

DER PHYSIK UND CHEMIE.

BAND CXXXVI.

1. Ueber die Construction der bei elektrischen Entladungen angewandten Galvanometer, und über den Gang der Nebenströme durch den elektrischen Funken; von E. Edlund.

(Vorgetragen in der K. Schwedischen Akademie der Wissenschaften den 9. December 1868.)

1.

Wenn man einen elektrischen Entladungsstrom durch ein Galvanometer gehen läßt, in welchem die Drahtwindungen gut isolirt sind, so geschieht es oft, daß die Gleichgewichtslage der Nadel verändert wird, und daß diese Veränderung nach der Entladung fort dauert. Dieser Nachtheil kann größer oder geringer seyn, je nach der Construction des Galvanometers und dem Abstände von den Drahtwindungen bis zu den beweglichen Theilen des Instrumentes, wobei überdies die Menge und die Dichtigkeit der entladeten Elektricität in dieser Hinsicht großen Einfluß ausüben. Wenn die elektrischen Entladungen sehr stark sind, kann es mitunter geschehen, daß sich das Galvanometer als unbrauchbar für die genauen Bestimmungen des Entladungsstromes erweist.

Es giebt mehrere Ursachen zu dieser Unvollkommenheit des in Frage stehenden Instrumentes. Es ist eine wohlbekannte Sache, daß starke Entladungsströme im Stande sind, eine Veränderung in der Vertheilung des Magnetismus in dem Magnet hervor zu bringen. Der elektrische Schlag kann die magnetische Vertheilung stärker oder schwächer machen, oder sogar die Pole, oder die Richtung der Ver-

bindungslinie zwischen ihnen verändern. Wenn das Galvanometer ein astatisches Nadelsystem hat, kann der elektrische Schlag leicht das Verhältniß der Stärke des Magnetismus in den beiden Nadeln verändern, woraus dann eine veränderte Empfindlichkeit des Instrumentes, und zuweilen auch eine Veränderung der Gleichgewichtslage des Nadelsystems erfolgt. Ein Galvanometer für elektrische Entladungen kann deshalb nicht gut mit astatischem Nadelsystem versehen seyn. Man muß eine einfache Nadel anwenden, und, um das Instrument empfindlicher zu machen, entweder durch äußere Magnete einen Theil der Richtkraft des Erdmagnetismus aufheben, oder lieber Spiegel mit Fernrohr und Scale benutzen. Wenn bei der Anwendung einer einfachen Nadel der Aufhängedraht ohne Torsions-Kraft wäre, so würde die Empfindlichkeit des Instrumentes unabhängig von der Stärke des Magnetismus in der Nadel seyn, weil die Richtkraft der Nadel in diesem Falle in demselben Verhältnisse wie die Einwirkung des Stromes auf dieselbe ab- und zunähme. Die Gleichgewichtslage der Nadel würde auch unabhängig von der Stärke des Magnetes werden, vorausgesetzt, daß die Lage der Magnetaxe in der Nadel unverändert bliebe. Die Gleichgewichtslage bleibt ebenfalls unverändert, wenn die Stärke des Magneten vergrößert oder verringert wird, wenn nur die Torsionskraft des Drahtes die Nadel in den magnetischen Meridian zu stellen sucht. Damit also das Instrument soviel wie möglich seine Empfindlichkeit beibehalte und überdies seine Gleichgewichtslage in Folge der Veränderungen in der Stärke des Magnetismus, welche starke elektrische Entladungen verursachen können, nicht verändere, muß die Richtkraft, welche der Aufhängedraht in Folge seiner Torsion auf die Nadel ausübt, im Vergleich zu der Wirkung des Erdmagnetismus gering seyn, und außerdem muß die Gleichgewichtslage, die durch die Torsion verursacht wird, in den magnetischen Meridian fallen. Nach Prof. Riefs¹⁾ wird der Magnetis-

1) Abhandlung »Zu der Lehre von der Reibungs-Electricität.« Berlin 1867
Seite 314.

mus der Nadel wesentlich geschützt, wenn sich zwischen ihr und den Umwindungen eine dicke Kupferhülse befindet, welche dann zugleich auch als Dämpfer dienen kann, um sie bei entstandenen Oscillationen schnell in Ruhe zu bringen.

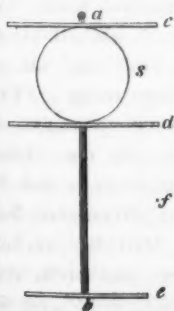
Aber es ist leicht, sich davon zu überzeugen, daß die Wirkung der Elektrizität auf den Magnet nicht die einzige, oder nicht einmal die wesentlichste Ursache zu der Veränderung der Gleichgewichtslage ausmacht, welche bei dem Gang des Entladungsstromes durch die Umwindungen des Galvanometers entsteht. Das Galvanometer, welches ich bei meinen frühern Versuchen über die elektromotorische Kraft des elektrischen Funkens anwandte, hatte eine einfache Nadel, die fest verbunden mit einem Spiegel war, mit dessen Hülfe die Ausschläge mit Fernrohr und Scale auf die gewöhnliche Weise abgelesen wurden. Der Spiegel bestand aus Glas und seine Rückseite war mit einer dünnen Metallscheibe bedeckt. Der Galvanometerdraht, der aus Kupfer bestand, hielt 1 Millimeter im Diameter und war von einer 2 Millimeter dicken Guttapercha-Lage umgeben. Die ganze Dicke des Drahtes, die isolirende Lage mitgerechnet, betrug also 5 Millimeter. Dieser Draht war in 40 Umwindungen um einen Rahmen von Mahagony gewickelt. Die Oeffnung im Rahmen, worin die Magnetnadel an einem Coconfaden hing, war 50 Millimeter lang und 30 Millimeter hoch. Die Länge der Magnetnadel betrug 42 Millimeter. Der Spiegel befand sich oberhalb des Rahmens, der mit dem Draht umwunden war, und das Ganze stand geschützt unter einer Glasglocke. Wenn nun die Magnetnadel fortgenommen und durch eine gleich große Nadel von Messing ersetzt, und dann der Spiegel mit der daran befestigten Messingnadel an zwei Coconfäden gehängt wurde, wodurch das bewegliche System eine bestimmte Gleichgewichtslage erhielt, so zeigte sich, daß die durch die Bifilar-Aufhängung bestimmte Gleichgewichtslage verändert wurde, wenn ein starker Entladungsstrom den Galvanometer-Draht durchfloß. Nun konnte die Ursache zur

Veränderung der Gleichgewichtslage nicht in einer Veränderung des Magnetismus der Nadel liegen, da sich keine Magnetnadel im Apparate befand. Wenn die Glasglocke vorsichtig abgehoben und der Spiegel untersucht wurde, ergab sich, daß dieser elektrisch war. Die Ursache der Veränderung der Gleichgewichtslage war also die, daß bei der Entladung eine elektrische Vertheilung in den beweglichen Theilen des Instrumentes entstand, welche auf die festen elektroskopisch einwirkte, und eine veränderte Gleichgewichtslage zur Folge hatte.

Es kam nun darauf an, die beweglichen Theile des Instrumentes auf eine solche Art zu construiren, oder ihnen eine solche Form zu geben, daß die elektrische Wirkung zwischen ihnen und den festen Theilen nicht im Stande sey, das bewegliche System um seine eigene Axe zu drehen. Es ist klar, daß wenn der bewegliche, an dem Coconfaden hängende Körper von einer Rotationsfläche, welche die Verlängerung des verticalen Coconfadens zur Axe hätte, begrenzt wäre, und aus einem die Elektrizität leitenden Stoffe bestände, die elektroskopische Wirkung zwischen diesem Körper und den festen Theilen des Instrumentes keine Drehung um die genannte Axe zu Wege bringen könnte. Wenn sich Elektrizität von der einen oder der andern Art auf einer Stelle gesammelt hat, z. B. auf dem mit Guttapercha bekleideten Leitungsdrahte, so bringt dieser eine Vertheilung der Elektrizität in dem genannten Körper hervor; die entgegengesetzte Elektrizität sammelt sich in dem Punkt, der dem festen Attractions-Punkte zunächst liegt und die andere Elektrizität wird am weitesten fortgestoßen. Wenn aber nun der Körper von einer Fläche der genannten Art begrenzt wird, so ist leicht einzusehen, daß die Verbindungslinie zwischen dem festen Wirkungs-Punkte und den beiden entsprechenden Punkten auf dem beweglichen Körper durch die Rotationsaxe gehen wird, und deshalb kann keine Rotation entstehen. Das Einzige was geschehen kann, ist: daß das System etwas zur Seite gezogen würde, so daß die Rotationsaxe nicht vertical bliebe: aber auch dadurch

kann keine Rotation hervorgebracht werden, vorausgesetzt, daß der Schwerpunkt des Systems in der Axe liege. Weil aber ein Planspiegel zum Ablesen erforderlich ist, kann man dem beweglichen Systeme die genannte Form nicht geben. Ich habe deshalb versucht, diesen Zweck auf folgende Weise zu erreichen.

Der Glasspiegel, den ich früher angewandt, wurde mit einem runden planpolirten Spiegel von Silber vertauscht, dessen Diameter 30 Millimeter betrug. Die Absicht hierbei war, das nicht-leitende Glas zu entfernen. Oberhalb und unterhalb dieses Spiegels und in unmittelbarer Berührung mit demselben wurde eine horizontale, kreisrunde Scheibe von dünnem Metallbleche befestigt. Beide Scheiben hatten dieselbe Gröfse, nämlich 50 Millimeter im Diameter, und die Rotationsaxe des Systems, wenn es an dem Coconfaden aufgehängt war, ging durch die Mittelpunkte Beider. Die Magnetnadel wurde in eine kreisrunde Kupferscheibe eingefügt, so daß die obern Seiten der Nadel und der Scheibe in derselben Fläche lagen und deren Mittelpunkte zusammenfielen. Um vollständige Leitung zwischen der Nadel und der Scheibe zu erhalten, wurden sie mit Schlagloth zusammen gelöthet. Diese Scheibe wurde nun in ihrem Mittelpunkte mit der Rotationsaxe zusammen geschoben, so daß sie horizontal wurde; nebenstehende Figur macht diese



Anordnung besser anschaulich: *s* ist der Silberspiegel, *ab* die runde Metallstange, die die Rotationsaxe ausmacht, und *c*, *d* und *e* sind die kreisrunden Metallscheiben, in welche letztere die Magnetnadel eingefügt ist. Die Galvanometer-Windungen umgeben die Scheibe *e* und gehen zwischen *d* und *e* fort, so daß die übrigen beiden Scheiben und der Spiegel oberhalb derselben sind. Wenn nun bei der Entladung auf einem Punkte Electricität zurückbleibt, z. B. in *f* auf den Um-

windungen, so ist klar, daß diese keine Drehung durch Influenz auf die Scheiben *c*, *d*, oder *e* hervorbringen kann. Von der Elektrizität, die durch Vertheilung im Spiegel *s* entsteht, wird der eine Theil zur Scheibe *c* repellirt und der andere zur Scheibe *d* attrahirt, und dadurch werden beide unschädlich.

Bei der Prüfung zeigte es sich, daß diese Einrichtung einen entschiedenen Vortheil vor der früher angewandten hatte. Bei meinen vorhergehenden Versuchen konnte eine bis zur Sättigung geladene Leydner-Flasche nicht durch den Galvanometer-Draht entladen werden, ohne daß eine bedeutende Veränderung der Gleichgewichtslage darnach erfolgte. Wenn einer der Leitungsdrähte des Galvanometers direct mit einem der Einsauger der Holtz'schen Influenz-Maschine verbunden wurde, und der andere mit einer Kugel in der Nähe des andern Einsaugers schloß, so daß, während die Maschine im Gange war, die Funken daselbst übersprangen, so zeigte sich bei meinen früheren Versuchen gleichfalls eine bedeutende Veränderung in der Gleichgewichtslage, nachdem die Wirkung der Maschine aufgehört. Deshalb war es zur Vermeidung dieses Nachtheils nothwendig, immer eine Vereinigungsbrücke zwischen den Leitungsdrähten vor dem Galvanometer zu haben, so daß nur ein geringerer Theil des Schlages dasselbe durchging.

Bei der neuen Einrichtung des beweglichen Theiles des Galvanometers war diese Brücke durchaus überflüssig, und der ganze Entladungsstrom konnte ohne Nachtheil seinen Weg durch das Galvanometer nehmen. Freilich entstand eine Veränderung in der Gleichgewichtslage, wenn die Entladungsströme besonders stark waren; aber die Veränderung war nicht so groß, daß sie schädlich auf die Genauigkeit der Messungen einwirkte, oder noch weniger diese unmöglich machte. In dem Falle, daß der eine Galvanometerdraht mit dem einen Einsauger der Influenz-Maschine verbunden, und das andere Ende des Drahtes frei und isolirt war, so daß der Galvanometerdraht mit Elektrizität gesättigt

wurde, während die Maschine im Gange war, zeigte sich jedoch eine bedeutende Veränderung in der Gleichgewichtslage. Diese Veränderung verschwand aber augenblicklich, sobald einer der Galvanometerdrähte mit einem Ableiter zur Erde versehen wurde. Diese Prüfungs-Versuche wurden angestellt, theils wenn die Metallscheibe, woran die Magnetonadel sich befand, auf der Rotations-Axe festgeschraubt war, theils auch, wenn diese Metallscheibe fortgenommen und statt ihrer eine andere, gleich große, runde Metallscheibe ohne Magnet auf der Axe befestigt war, in welchem letzteren Falle das System seine Gleichgewichtslage durch Bifilar-Aufhängung an zwei Coconfäden erhielt. Da die Versuche in beiden Fällen dasselbe Resultat gaben, so mußte die Ursache zur Veränderung in der Gleichgewichtslage elektroskopischer Natur seyn. Wenn die beiden runden Scheiben *c* und *d* fortgenommen wurden, so zeigten die Versuche, daß die Veränderungen in der Gleichgewichtslage sich bedeutend vergrößerten: die Scheiben thaten also den erwarteten Nutzen. Daß das Galvanometer mit der neuen Einrichtung der beweglichen Theile für sehr starke Entladungen nicht ganz unempfindlich war, rührte wahrscheinlich daher, daß das bewegliche, an dem Coconfaden aufgehängte System von der elektrischen Attraction etwas schief gezogen wurde, so daß die Rotationsaxe nicht ganz vertikal hängen konnte. Wenn in diesem Falle nicht alles gut und genau centrirt ist, so daß der Schwerpunkt in der Rotations-Axe liegt, welches sehr schwer, wenn nicht unmöglich zu bewerkstelligen ist, so ist klar, daß eine Drehung oder Veränderung in der Gleichgewichtslage entstehen muß. Weil die elektroskopischen Phänomene unter gewissen Verhältnissen den magnetischen so sehr gleichen können, daß eine Verwechslung zwischen ihnen möglich seyn könnte, muß man, ehe man ein Galvanometer zu wirklichen Messungen anwendet, sich davon überzeugen, daß unter den vorhandenen Umständen keine elektroskopischen Wirkungen auftreten.

Wenn sich ein geschlossener Leitungsdraht in der Nähe des Schließungsbogens einer elektrischen Batterie befindet, so entsteht in dem ersteren Draht ein elektrischer Strom, sobald die Batterie durch den letzteren entladen wird. Dieser sekundäre Strom in dem geschlossenen Leitungsdrahte wird in demselben Maasse stärker, wie längere Stücke der beiden Drähte aufeinander einwirken. Deshalb kann man, um starke Inductions-Wirkung zu erhalten, den geschlossenen Leitungsdraht und den Schließungsbogen spiralförmig aufwinden und die beiden Spirale nahe bei einander stellen. Diese Ströme wurden beinahe gleichzeitig von Henry, Marianini und Riefs entdeckt. Eine ähnliche Inductions-Wirkung entsteht auch, wenn der Schließungsbogen der Batterie an einer Stelle aus zwei Zweigen besteht, und der eine von diesen lang und spiralförmig aufgewunden ist. Bei der Entladung der Batterie, die in diesem Falle theilweise ihren Weg durch beide Zweige nimmt, entsteht dann in der Spirale ein Inductions-Strom, welcher sich durch den anderen Zweig entladet. Baron Wrede hat auf theoretischem Grunde gezeigt, daß diese Ströme in derselben Weise wie die, welche durch galvanische Induction entstehen, aus zwei der Quantität nach gleichen Strömen bestehen, von denen der eine entgegengesetzte Richtung, und der andere gleiche Richtung mit dem elektrischen Entladungsstrome besitzt¹⁾. Da diese Ströme der Quantität nach gleich sind und in entgegengesetzter Richtung gehen, können sie nicht ablenkend auf die Magnetnadel einwirken, wohl aber Wärme entwickeln, und weil die Intensität derselben ungleich seyn kann, auch eine magnetische Vertheilung in gehärteten Stahladeln verursachen. Diese auf theoretischen Gründen gestützte Ansicht über die Beschaffenheit der fraglichen Inductions Ströme hat ihre Bestätigung gefunden, seitdem man durch das elektrische Ventil ein unfehlbares Mittel erhalten, die beiden in entgegengesetzter Richtung gehen-

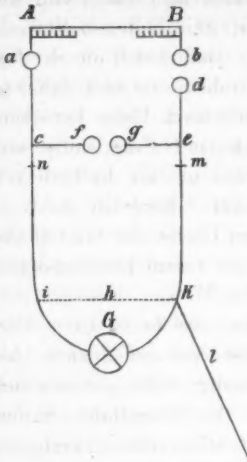
1) »Jahresbericht über die Fortschritte der physischen Wissenschaften«, von Berzelius, Bd. 20 (1841) S. 119.

den Ströme von einander zu scheiden. Das elektrische Ventil besteht aus einem hohlen Glas-Cylinder, in dem die Luft nach Belieben verdünnt wird. Das eine Ende des Cylinders ist mit einer Glasplatte luftdicht verschlossen und an dem anderen Ende ist die mit einem Hahn versehene Messing-Fassung angebracht, welche mit einer Luftpumpe in Verbindung gesetzt werden kann, um die Luft zu verdünnen. Durch den Mittelpunkt der Glascheibe geht ein Platindraht, welcher auf der inneren Fläche der Glasscheibe endigt, und dessen äußeres Ende mit einem Leitungsdrahte verbunden werden kann. Von der Messing-Fassung geht im Cylinder eine Messingstange aus, welche in einer Messingscheibe endigt, die parallel mit und auf kurzem Abstände von der genannten Glasscheibe steht. Wenn nun die Luft hinreichend verdünnt, und der Platindraht mit dem einen und die Messing-Fassung mit dem anderen Ende der Inductions-Spirale verbunden wird, so zeigt sich, daß nur der eine der beiden Inductions Ströme das Ventil zu durchgehen vermag. Riefs fand nämlich, daß, wenn ein Galvanometer in die Leitung eingefügt ist, die Magnetnadel einen Ausschlag giebt, dessen Richtung nach der einen oder andern Seite darauf beruht, mit welchem Ende der Inductions-Spirale der Platindraht vereinigt ist.¹⁾

Bei meiner Untersuchung über die elektromotorische Kraft in dem elektrischen Funken befand sich keine andere Spirale in den Drahtleitungen als die, welche von dem in 40 Umwindungen aufgewickelten Galvanometerdrahte gebildet wurde.²⁾ In dieser Spirale entstanden natürlich Inductions Ströme, wenn die elektrische Entladung denselben durchging; aber es ist leicht einzusehen, daß in Folge der Art, wie die Versuche geordnet waren, diese Inductionsströme keinen Einfluß auf den Ausschlag der Magnetnadel haben konnten. In umstehender Figur stellt *AB* die rotierende Influenz-Scheibe vor und *ab* die beiden Einsauger.

1) Pogg. Ann. Bd. 120, S. 513.

2) *Oefversigt af K. Vet. Akad. Förhandl.* für 1868, S. 327. Pogg. Ann. Bd. 134, S. 337.



Mit *a* war ein isolirter Kupferdraht *ac* direct verbunden, wogegen der isolirte Draht *de* mit einer Messingkugel *d* in der Nähe von *b* endigte. Von *c* und *e* gingen isolirte Leitungsdrähte zu den Kugeln *f* und *g*. Zwei andere Leitungsdrähte gingen von den Punkten *c* und *e* zu dem Galvanometer *G*. Bei *m* war ein Rheostat eingesetzt, aus einem isolirten, dünnen Neusilberdrahte bestehend. Zwischen den Punkten *i* und *k* befand sich eine Brücke von einem Neusilberdraht, und überdies war der Punkt *k* durch den Leitungsdraht *l* mit der Wasserleitung im Hause verbunden, wodurch er in leitende Verbindung mit der Erde kam. Wenn nun die Scheibe *AB* herum gedreht wurde, sprangen Funken über zwischen *b* und *d*, so wie auch zwischen *f* und *g*, und die Magnetnadel machte einen Ausschlag. Der Widerstand im Drahte *h* war im Vergleich zu dem im Rheostaten *m* und im Funken zwischen *f* und *g* verschwindend gering. Die in den Galvanometerumwindungen entstehenden Inductionsströme nahmen deshalb ihren Weg fast ausschließlich durch die Brücke *h*, und da sie von entgegengesetzter Richtung und der Quantität nach gleich waren, mußte ihre Wirkung auf die Magnetnadel unmerklich bleiben. Dieses würde nicht der Fall gewesen seyn, wenn die Brücke *h* gefehlt hätte, und die Ströme durch den Funken zwischen *f* und *g* hätten gehen müssen, weil dieser, wie nachstehend gezeigt werden soll, auf dieselbe Weise wie ein elektrisches Ventil wirkt, d. h. den einen Strom hindurchläßt, aber den andern am Vorwärtsgehen hindert. Ueberdies zeigten die angestellten Polarisationsversuche, daß der erhaltene Strom sich von dem

Funken zwischen f und g herleitete, und nicht von der Induction des Entladungsstromes in den Galvanometerumwindungen. Das Galvanometer war nämlich bei diesen Versuchen entfernt, und keine andere Drahtspirale war dabei in die Leitungen eingeschlossen, weshalb auch keine Induction hierbei stattfinden konnte. Nachdem das Galvanometer, wie vorstehend gezeigt, so verbessert worden, daß die Brücke h ohne Nachtheil entfernt werden konnte, habe ich die fraglichen Inductions-Phänomene genauer untersucht, und da die erhaltenen Resultate einiges Interesse darzubieten scheinen, will ich dieselben hier mittheilen.

Zu gleicher Zeit, als das Galvanometer verfertigt wurde, liefs ich zur Anstellung von Inductions Versuchen auch eine Rolle anfertigen, welche in jeder Hinsicht vollkommen gleich mit der Galvanometer-Rolle war. Die Holzrahmen hatten dieselben Dimensionen, der mit Guttapercha überzogene Draht war von derselben Art und die Anzahl der Umwindungen in beiden Rollen gleich, nämlich 40. Beide Rollen mußten folglich unter gleichen Verhältnissen gleiche Inductionswirkungen ausüben. Wenn der galvanische Widerstand im Rheostat m mit 100 bezeichnet wurde, so fand sich, daß der Widerstand in jeder der Rollen 4,5 betrug, und ungefähr eben so groß war der Widerstand in den beiden Leitungsdrähten von den Punkten c und e nach dem Galvanometer. Mit dieser Rolle, welche in dem Folgenden R genannt wird, wurden nachstehende Versuche angestellt.

Versuch 1. Die Brücke h war fortgenommen, so daß der ganze Entladungsstrom durch das Galvanometer ging. Wenn die Influenzscheibe herumgedreht wurde, erhielt man folgenden Ausschlag im Galvanometer:

52,5

50,5

49,0

Mittel 50,7.

Darauf wurde die Rolle R zwischen e und m eingesetzt und die erhaltenen Ausschläge waren:

348

30,1

27,8

27,4

27,6

Mittel 28,2.

Wenn R auf die andere Seite nach n gesetzt wurde, erhielt man:

28,3

28,1

27,9

Mittel 27,9.

Darauf wurde die Rolle R weggenommen, und um nachzusehen, ob in der Influenz-Maschine irgend eine Veränderung vorgegangen, wurden die ersten Versuche wiederholt. Es zeigten sich folgende Ausschläge:

51,2

50,2

46,2

Mittel 49,2.

Das Mittel der ersten und der letzten Versuche ist 50,0 und das der mittelsten 28,1. Die Inductions-Ströme in der Rolle R hatten also den Ausschlag der Magnetonadel um 21,9 Scalen-Theile verringert. Von diesen Inductions-Strömen hat der eine entgegengesetzte Richtung und der andere gleiche Richtung mit dem Entladungsstrom. Die ersteren mögen A und die letzteren B genannt werden. Die Ströme A gingen also bei diesen Versuchen leichter durch den Funken zwischen f und g , als die Ströme B . Folglich wirkte der Funke in diesem Falle wie ein elektrisches Ventil.

Versuch 2. Dieser Versuch wurde angestellt, um die Einwirkung der Inductionsströme auf den Ausschlag zu erforschen, wenn R zwischen g und e eingesetzt war. Die Entladungsströme gingen also nun durch R in entgegengesetzter Richtung gegen vorher:

Wenn keine Rolle in die Leitung eingesetzt war, erhielt man folgende Ausschläge:

349

40,5

42,0

Mittel 41,3.

R wurde zwischen *g* und *e* eingesetzt, wobei man erhielt:

27,8

27,8

Mittel 27,8.

Nachdem *R* entfernt war, ergab sich wieder:

40,3

41,3

Mittel 40,8.

Also auch in diesem Falle wurde der Ausschlag durch die Inductionsströme vermindert. Es ist leicht zu finden, daß es nun die Ströme *B* waren, welche den Funken zwischen *f* und *g* mit größerer Leichtigkeit durchflossen. Durch die Einsetzung der Rolle *R* in die Leitung wurde der Widerstand ein wenig vergrößert. Um mich davon zu überzeugen, daß dieses nicht die Ursache zur Verringerung des Ausschlages der Magnetnadel seyn könne, wurden einige Versuche gemacht, bei denen der Widerstand des Rheostats, wenn *R* eingesetzt war, so viel vermindert wurde, daß der Total-Widerstand sich ein wenig geringer erwies, als wenn *R* entfernt war. Aber diese Versuche gaben vollkommen dasselbe Resultat, wie die oben angeführten. Die kleine Veränderung im Widerstande hatte also keinen bemerkbaren Einfluß auf das gewonnene Resultat. Die Versuche wurden auch auf die Art verändert, daß die Funkenbildungsstelle von dem Ort, den die Figur angiebt, nach der Seite bei *n* verlegt wurde, wogegen der Rheostat zwischen *c* und *e* seinen Platz bekam. Aber auch in diesem Falle verringerte sich der Ausschlag durch die Inductionsströme auf dieselbe Weise wie vorher.

Es scheint beim ersten Anblick unerwartet, daß in dem einen Falle die Ströme *A*, aber in dem andern die Ströme *B* den Funken leichter zu durchdringen vermögen. Bei näherem Nachdenken findet man jedoch leicht, daß *A* im ersten und

B im zweiten Versuche in einer Hinsicht einen gemeinschaftlichen Charakter haben, worauf hier Gewicht gelegt werden muß. Beim ersten Versuch ist es nämlich der Strom *A*, der den Funken in gleicher Richtung mit dem elektrischen Entladungsstrom durchfließt, und beim zweiten Versuch ist dies mit dem Strome *B* der Fall. Hieraus folgt also, *dass von den durch Elektro-Induction entstehenden Inductionsströmen diejenigen, welche den Funken in gleicher Richtung mit dem Entladungsstrom zu durchfließen suchen, denselben auch am leichtesten durchdringen.*

Dass die Inductionsströme, welche in der Galvanometer-Rolle selbst entstehen, ebenfalls den Ausschlag der Magnetnadel vermindern, geht als Nothwendigkeit aus dem Vorhergehenden hervor und bedarf kaum eines Beweises. Inzwischen war es sehr leicht, dieses auf folgende Art experimentell zu beweisen. Vor dem Galvanometer zwischen den Punkten *i* und *k* wurde ein Neusilberdraht eingesetzt, dessen Widerstand dreimal so groß als der Widerstand in der Galvanometer-Rolle war. Von dem Strome, der in dem elektrischen Funken entstand, gingen also nur drei Viertel durch das Galvanometer. Wenn sich eine Brücke zwischen *i* und *k* findet, deren Widerstand im Vergleich mit dem Widerstande im Rheostat *m* und im Funken gering ist, so geht der größte Theil der im Galvanometer entstehenden Inductionsströme durch die Brücke, und da sie von entgegengesetzter Richtung und der Quantität nach gleich sind, wird ihre Wirkung auf die Magnetnadel aufgehoben. Wird dagegen die Brücke fort genommen, wirken die Inductionsströme auf die Magnetnadel ein. Wenn nun diese Einwirkung nach entgegengesetzter Richtung gegen diejenige geschieht, welche durch den Funkenstrom verursacht wird, so muß natürlich der erhaltene Ausschlag, wenn die Brücke eingesetzt ist, mehr als drei Viertel von demjenigen, welcher entsteht, wenn die Brücke entfernt ist, ausmachen.

Folgende Versuche zeigen, dass der erstere Ausschlag sogar bedeutend größer wird, als der letztere.

Versuch 3. Die Brücke zwischen den Punkten *i* und *k* eingesetzt. Dabei folgende Ausschläge, wenn die Maschine im Gange war.

	21,0 Scalentheile
	26,0
	25,5
Mittel	25,2.

Ohne Brücke waren die Ausschläge:

	13,3
	12,3
	13,3
	12,8
Mittel	12,9.

Die Brücke wieder eingesetzt, wobei die Ausschläge wurden:

	26,2
	23,2
	23,7
	20,7
Mittel	23,5.

Wird das Mittel des ersten und dritten Mittels genommen, so erhält man 24,35, das ist beinahe doppelt so viel als wenn die Brücke entfernt war. Einige andere Versuche, die hier anzuführen ich für überflüssig halte, legten an den Tag, daß die Verminderung im Ausschlage der Magnetnadel, welche die Inductionsströme hervorbringen, bei weitem nicht proportional war der Anzahl der Umwindungen in der Inductionsspirale, sondern viel langsamer zunahm.

B im zweiten Versuche in einer Hinsicht einen gemeinschaftlichen Charakter haben, worauf hier Gewicht gelegt werden muß. Beim ersten Versuch ist es nämlich der Strom *A*, der den Funken in gleicher Richtung mit dem elektrischen Entladungsstrom durchfließt, und beim zweiten Versuch ist dieß mit dem Strome *B* der Fall. Hieraus folgt also, daß von den durch Elektro-Induction entstehenden Inductionsströmen diejenigen, welche den Funken in gleicher Richtung mit dem Entladungsstrom zu durchfließen suchen, denselben auch am leichtesten durchdringen.

Daß die Inductionsströme, welche in der Galvanometer-Rolle selbst entstehen, ebenfalls den Ausschlag der Magnetnadel vermindern, geht als Nothwendigkeit aus dem Vorhergehenden hervor und bedarf kaum eines Beweises. Inzwischen war es sehr leicht, dieses auf folgende Art experimentell zu beweisen. Vor dem Galvanometer zwischen den Punkten *i* und *k* wurde ein Neusilberdraht eingesetzt, dessen Widerstand dreimal so groß als der Widerstand in der Galvanometer-Rolle war. Von dem Strome, der in dem elektrischen Funken entstand, gingen also nur drei Viertel durch das Galvanometer. Wenn sich eine Brücke zwischen *i* und *k* findet, deren Widerstand im Vergleich mit dem Widerstande im Rheostat *m* und im Funken gering ist, so geht der größte Theil der im Galvanometer entstehenden Inductionsströme durch die Brücke, und da sie von entgegengesetzter Richtung und der Quantität nach gleich sind, wird ihre Wirkung auf die Magnetnadel aufgehoben. Wird dagegen die Brücke fort genommen, wirken die Inductionsströme auf die Magnetnadel ein. Wenn nun diese Einwirkung nach entgegengesetzter Richtung gegen diejenige geschieht, welche durch den Funkenstrom verursacht wird, so muß natürlich der erhaltene Ausschlag, wenn die Brücke eingesetzt ist, mehr als drei Viertel von demjenigen, welcher entsteht, wenn die Brücke entfernt ist, ausmachen.

Folgende Versuche zeigen, daß der erstere Ausschlag sogar bedeutend größer wird, als der letztere.

Versuch 3. Die Brücke zwischen den Punkten *i* und *k* eingesetzt. Dabei folgende Ausschläge, wenn die Maschine im Gange war.

21,0 Scalentheile
26,0
25,5
Mittel 25,2.

Ohne Brücke waren die Ausschläge:

13,3
12,3
13,3
12,8
Mittel 12,9.

Die Brücke wieder eingesetzt, wobei die Ausschläge wurden:

26,2
23,2
23,7
20,7
Mittel 23,5.

Wird das Mittel des ersten und dritten Mittels genommen, so erhält man 24,35, das ist beinahe doppelt so viel als wenn die Brücke entfernt war. Einige andere Versuche, die hier anzuführen ich für überflüssig halte, legten an den Tag, daß die Verminderung im Ausschlage der Magnetnadel, welche die Inductionsströme hervorbringen, bei weitem nicht proportional war der Anzahl der Umwindungen in der Inductionsspirale, sondern viel langsamer zunahm.

II. Ueber die Verbindungen des Tantals und Niobs; von C. Rammelsberg.

(Schluß von S. 197.)

N i o b.

H. Rose erhielt aus Nioboxyfluorid (seinem Unterniobfluorid) durch Natrium ein schwarzes Pulver, welches er für metallisches Niob hielt. Da 100 Th. indessen beim Glühen nur 20,6 Sauerstoff aufnahmen, die Zunahme aber mehr als das Doppelte betragen muß, so war es kein Niob, sondern ein niederes Oxyd (s. dieses).

Marignac hat Kaliumniobfluorid mit Natrium reducirt, und sich dazu eiserner Tiegel bedient. Nach der Behandlung mit Wasser, unter Zusatz von Fluorwasserstoffsäure, bleibt ein dunkelgraues Pulver, dessen V. G. = 6,0 bis 6,6 ist, unlöslich in verdünnten Säuren, und an der Luft unter dem Glühen zu Niobsäure verglimmend. Aber auch dieses Niob ist nicht rein, denn seine Gewichtszunahme beträgt nur 35 bis 38 Proc. anstatt 42,5. Es enthält überdies *Wasserstoff*, denn es bildet beim Verbrennen in trockner Luft Wasser. Dieser Gehalt macht 0,9 — 1,05 — 1,26 Proc. aus. Eine Verbindung HNb müßte 1,06H enthalten und bei ihrer Verwandlung in Niobsäure um 41 Proc. am Gewicht zunehmen.

Als Marignac versuchte, das Kaliumniobfluorid durch Magnesium zu reduciren, entstand eine heftige Detonation. Unter Anwendung von Aluminium und eines Kohlentiegels bildete sich ein Regulus, der nach Behandlung mit Chlorwasserstoffsäure ein graues krystallinisches Pulver hinterließ, eine Legirung Nb^2Al^3 ,

		gefunden	
2Nb = 188	= 53,44	52,77	53,13
3Al	163,8	46,56	45,81
	351,8	100.	Si 0,59
			0,51
		100,06	99,45.

Diese Legirung hat also genau die Zusammensetzung der auf gleiche Art entstehenden des Tantals. Ihr V. G. ist = 4,45 bis 4,52. Sie verbrennt in der Flamme mit vielem Glanz, oxydirt sich aber beim Erhitzen sehr schwer. Mit siedender HCl entwickelt sie H; die Auflösung ist braun, grünlich, blau, wird dann trübe und setzt ein blaugraues Pulver ab, welches an der Luft weiß wird. Verdünnte Salpeter- und Schwefelsäure sind ohne Wirkung.

Kaliumniobfluorid wird von Zink nicht reducirt. Auch der elektrische Strom, durch das geschmolzene Salz geleitet, liefert kein Niob.

Von Blomstrand liegt nur die Angabe vor, Niobchlorid gebe in Wasserstoff ein spiegelndes Metall.

H. Rose: Pogg. Ann. Bd. 104, S. 310.

Marignac: Arch. d. sc. 1868 Fevr.

Atomgewicht des Niobs.

Marignac hat sich zur Bestimmung desselben des Kalium-Nioboxyfluorids bedient, und vorläufig die Zahl 94 angenommen.

H. Rose erhielt als Mittel von 10 Analysen des Oxychlorids (seines Unterniobchlorids) 48,21 Cl und 61,83 Nb²O⁵. Geht man von der Formel NbOCl⁵ aus, so würde gemäß der Chlorbestimmung Nb = 98,45 seyn. Der höchste Chlorgehalt = 49,19 Proc., führt jedoch zu der Zahl Marignac's 94, was dieser zur Bestätigung dient.

Niobchlorid.

Das reine Niobchlorid ist eine gelbe krystallinische Masse. Es ist im reinen Zustande nach Marignac:



gefunden

Nb = 94	= 34,62	
5 Cl = 177,5	= 65,38	65,22 — 65,23 — 65,28
271,5	100.	
= Nb ² O ⁵	49,35	49,34 49,38

H. Rose hat 8 Analysen seines gelben Niobchlorids mit Poggendorff's Annal. Bd. CXXXVI.

getheilt, worin 63,25 bis 58,02 Chlor gefunden waren, während die Menge der Niobsäure von 49,0 bis 55,7 differirte. Hieraus geht hervor, dass ein Tantalgehalt vermindernd auf das Chlor, vermehrend auf die Säure gewirkt hat.

Nach Deville schmilzt das Niobchlorid bei 194° ¹⁾, siedet bei $240^{\circ},5$, und hat bei 350° ein Gas-V.-G. = 158, während das berechnete $= \frac{271,5}{2} = 135,75$ ist.

Durch Wasser wird es zersetzt unter Abscheidung der Niobsäure. Nach H. Rose bleibt eine kleine Menge derselben in der sauren Flüssigkeit aufgelöst. Nach Demselben löst es sich in Alkohol klar auf; bei der Destillation geht Chloräthyl, Alkohol und HCl über, und es bleibt eine dicke Flüssigkeit zurück, die mit Wasser eine Auflösung bildet und vielleicht niobsaures Aethyl enthält.

Es löst sich in Chlorwasserstoffsäure auf; die Auflösung trübt sich mit der Zeit und gerinnt. Setzt man Wasser hinzu und filtrirt, so enthält das opalisirende Filtrat viel Niobsäure, welche durch Kochen fast vollständig niederfällt. Kocht man aber Niobchlorid mit der Säure, und verdünnt mit Wasser, so entsteht eine klare Auflösung, die durch Kochen nicht gefällt wird, und auch nach Zusatz von Schwefelsäure erst beim Kochen einen Niederschlag giebt. Gegen Schwefelsäure verhält es sich ähnlich dem Tantalchlorid. (H. R.).

Eine Auflösung von Kaliumhydroxyd löst das Niobchlorid größtentheils (das tantalfreie vielleicht vollständig) auf.

Die saure Auflösung des Niobchlorids giebt mit Zink eine schön blaue Färbung.

H. Rose: Pogg. Ann. Bd. 104, S. 432.

Deville: *C. rend. Séance du 12. Juin 1865.*

Marignac: *Arch. d. sc. 1865 Juillet, Aout.*

Nioboxchlorid. (Unterniobchlorid H. R.)

Es entsteht neben dem Chlorid beim Erhitzen von Niobsäure und Kohle in Chlor. — Rein erhält man es, wenn

1) 212° nach H. Rose bei dem tantalhaltigen,

man die Dämpfe von Niobchlorid über erhitzte Niobsäure leitet, welche dabei vollständig verschwindet. (Mar.)

Weiß, seidenglänzend.

H. Rose hat in zehn Versuchen die Menge des Chlors und der Niobsäure ermittelt. Später ist es von Deville analysirt worden.



			H. Rose gef.	
			im Mittel	Deville
Nb =	94	= 43,5 = Nb ² O ⁵	61,9	61,82
O =	16	7,4		
3 Cl =	106,5	49,2		48,9
	216,5	100.		

H. Rose hatte gefunden, daß diese Verbindung beim Erhitzen in Schwefelwasserstoff immer etwas Wasser giebt, allein er glaubte, dies rühre von einer zufälligen Beimischung von einem Acichlorid her, dessen Menge bei einem sorgfältig bereiteten Präparat jedoch sehr gering sey.

Es ist unschmelzbar, jedoch flüchtig.

Durch starkes Glühen in einem indifferenten Gase zerfällt es in Niobsäure und gelbes Niobchlorid. (Blomstrand).

Deville und Troost fanden das Gas-V.-G. bei 440° = 113,7, bei 860° = 114,0. Das berechnete ist $\frac{261,5}{2} = 108,25$.

Sie leiteten die Dämpfe über feinen Magnesiumdraht, und erhielten neben Chlormagnesium glänzende Krystalle eines niederen Oxyds, wahrscheinlich NbO (Niobyl), weil es in Chlor sich wieder in das Oxychlorid verwandelt.

Das Nioboxchlorid wird von Wasser zersetzt, gleich dem Chlorid. Es löst sich in Chlorwasserstoffsäure nicht auf; kocht man aber und fügt dann Wasser hinzu, so entsteht eine klare Auflösung, welche sich ähnlich der des Chlorids verhält, nur von Schwefelsäure schon in der Kälte getrübt wird. Die Auflösung in Schwefelsäure (in der Wärme) bleibt beim Verdünnen klar, läßt aber beim Kochen die Säure fallen.

Eine Auflösung von Kaliumhydroxyd (selbst von kohlen-saurem Kali) löst es auf.

Gegen Alkohol verhält es sich wie das Niobchlorid, aber der Rückstand von der Destillation erstarrt zu einer durchscheinenden Masse, die sich in Wasser allmählich auflöst.

H. Rose: Pogg. Ann. Bd. 108, S. 273.

Devil: *Compt. rend. t. LX*, 1221.

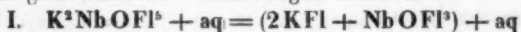
Niobfluorid.

Niobsäure löst sich ungeglüht leicht in Fluorwasserstoffsäure auf; durch Zusatz von Fluorkalium etc. entstehen Doppelfluoride.

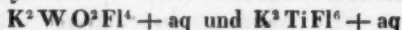
Niobsaures Kali oder Natron giebt beim Auflösen in Fluorwasserstoffsäure ein Kalium (Natrium-) Nioboxyfluorid und dasselbe bildet sich auch gewöhnlich an Stelle des reinen Doppelfluorids. Nur durch Auflösen der Oxyfluoride in überschüssiger Fluorwasserstoffsäure bilden sich die reinen Doppelfluoride, und diese werden durch Wasser wieder in jene beiden zersetzt. Marignac verdanken wir die Kenntniss dieser Thatsachen.

Kalium-Nioboxyfluorid.

Es giebt mehrere Verbindungen dieser Art.



Dieses Salz ist das gewöhnlichste, und erleidet durch Auflösen und Umkrystallisiren keine Veränderung, während die übrigen im letzten Fall sich zersetzen und zuerst eine gewisse Menge dieses Salzes liefern. Es bildet sehr dünne perlgänzende Blättchen, die bei besserer Ausbildung als zwei- und eingliedrige Krystalle, tafelförmig nach der basischen Endfläche, erscheinen. Sie sind isomorph denen des Kalium-Wolframoxxyfluorids und des Kalium-Titanfluorids,

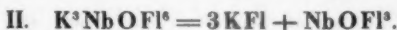


Es verliert das Wasser bei 100°, ist bei 200° noch unzersetzt, und löst sich in 13 Th. kaltem Wasser, leichter in heissem, auf.



2K	= 78	= 25,90	
Nb	= 94	31,23	= Nb ³ O ⁵ 44,52
O	= 16	5,31	
5FI	= 95	31,56	
aq	= 18	6,00	
	301	100.	

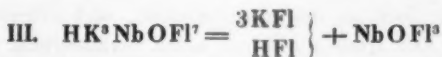
Marignac bediente sich seiner zur Bestimmung des Atg. vom Niob. Er erhielt als Mittel zahlreicher Versuche 25,92 K, 44,36 Nb³O⁵, 31,72 FI und 5,87 aq.



Es entsteht durch Zusatz von Fluorkalium zum vorigen, und bildet würfelähnliche Krystalle, die aber, optisch untersucht, weder regulär noch viergliedrig sind, jedenfalls aber den regulären von K³ZrFI⁷ und den regulären oder viergliedrigen von Am³SiFI⁷ und Am³TiFI⁷ sehr ähnlich sind

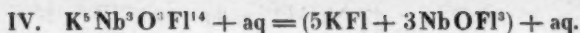
3K	= 117	= 34,31		gef.
Nb	94	27,57	= Nb ³ O ⁵ 39,3	34,27
O	16	4,69		39,35
6FI	114	33,43		
	341	100.		32,49

Aus der Lösung in warmem Wasser schiefs zuerst das vorhergehende an.



Bildet sich bei überschüssigem Fluorkalium und freier Säure, und krystallisiert nadelförmig, d. h. zwei- und eingliedrig, isomorph mit der Zinnverbindung HK³SnFI⁸.

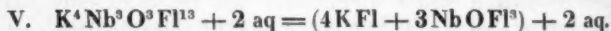
H	= 1	= 0,28		gef.
3K	= 117	32,41		32,34
Nb	94	26,04	= Nb ³ O ⁵ 37,12	36,9
O	16	4,43		
7FI	133	36,84		37,8
	361	100.		



Aus der Mutterlauge des Salzes I, welches aus Niob-säure, HFl und einer ungenügenden Menge KFl bereitet war, in sechsseitigen Prismen von 120° , welche jedoch dem zwei- und eingliedrigen System anzugehören scheinen.

5K	= 195	= 24,10		gefunden
				23,94
3Nb	282	34,86	= Nb ³ O ⁵ 49,7	48,59
3O	48	5,93		
14Fl	266	32,88		31,84
aq	18	2,23		2,00
	809	100.		

Bei 100° entweicht das Wasser nur theilweise.

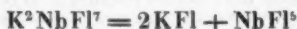


Wurde aus der Mutterlauge von Salz IV erhalten, und bildet nicht meßbare wahrscheinlich eingliedrige Krystalle, scheinbar rektanguläre Prismen.

4K	= 156	= 20,29		gef.
				20,3
3Nb	282	36,67	= Nb ² O ⁵ 52,28	52,2
3O	48	6,24		
13Fl	247	32,12		
2 aq	36	4,68		4,7
	769	100.		

Das Wasser entweicht vollständig erst bei 180° .

Kalium-Niobfluorid.



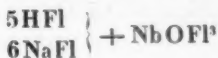
Das reine Doppelfluorür entsteht, wie schon gesagt, durch Auflösen des Oxyfluorürs K^2NbOFl^5 in überschüssiger Fluorwasserstoffsäure. Es bildet kleine zweigliedrige Krystalle, isomorph mit denen des entsprechenden Tantalsalzes. Beim Umkrystallisiren geben sie einen Anschuß des Oxyfluorids und eine saure Mutterlauge

2K	=	78	=	25,57		gefunden
Nb	94	30,82	=	Nb ² O ⁵	13,93	25,5 — 25,8
7Fl	133	43,61				43,7 — 43,9
		305	100.			42,1 — 44,3

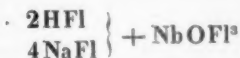
Die von H. Rose untersuchten Salze, welche er durch Auflösen der Säure in HFl und Zusatz von kohlensaurem Kali erhielt, scheinen Gemenge gewesen zu seyn.

Natriumsalze. Marignac beobachtete nur Krystallrinden, keine deutliche Krystalle. Seine Versuche machen die Existenz von $\text{Na}^2\text{Nb O Fl}^5 + 2 \text{ aq}$ und $\text{Na Nb O Fl}^4 + \text{aq}$ wahrscheinlich.

H. Rose hat zwei solcher Salze untersucht, ein schwerlösliches, worin 26,56 Na und 18,05 Nb, und ein aus dessen Mutterlauge erhaltenes, 24,6 Na und 24,37 Nb liefernd. Waren diese Salze Oxyfluorüre, so entspricht das erste



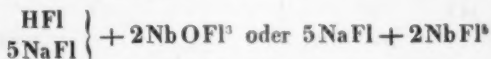
das zweite



Waren es aber reine Doppelfluoride, so wären sie

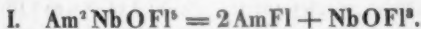


Ein drittes Salz, aus der Mutterlauge des zweiten, mit 19,77 Na und 33,96 Nb, würde



seyn.

Ammonium-Nioboxyfluorid.



Das gewöhnlichste Salz. Seine zweigliedrigen Krystalle sind isomorph mit denen des Fluoxywolframiats

$\text{Am}^2\text{W O}^2\text{Fl}^4$.

2 Am	= 36	= 14,94		gef.	14,93
Nb	94	39,00	= Nb ² O ⁵	55,6	55,15
O	16	6,64			
5 Fl	95	39,42			39,55
	241	100.			

Beim Erhitzen mit Kalk verliert es 21,6 Proc. NH^3 und aq, entsprechend $14,9\text{NH}^4$.

II. $\text{Am}^3\text{Nb O Fl}^6 = 3\text{Am Fl} + \text{Nb O Fl}^3$.

Reguläre Krystalle, Würfel und Octaëder, ähnlich dem entsprechenden Kaliumsalz, und evident isomorph dem Ammonium-Zirkonfluorid $\text{Am}^3\text{Zr Fl}^7$.

3 Am	= 54	= 19,42		gef.	19,63
Nb	94	33,82	= Nb ² O ⁵	48,2	48,23
O	16	5,75			
6 Fl	114	41,01			
	278	100.			

III. $\text{Am}^5\text{Nb}^3\text{O}^3\text{Fl}^{14} + \text{aq} = (5\text{Am Fl} + 3\text{Nb O Fl}^3) + \text{aq}$

Entschieden sechsgliedrige, optisch einaxige Krystalle, die beim Erhitzen mit dem Wasser auch HFl verlieren.

5 Am	= 90	= 12,78		gef.	12,4
3 Nb	282	40,06	= Nb ² O ⁵	57,1	57,0
3 O	48	6,82			
14 Fl	266	37,78			38,80
aq	18	2,56			2,96
	704	100.			

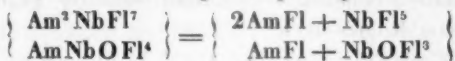
IV. $\text{AmNb O Fl}^4 = \text{Am Fl} + \text{Nb O Fl}^3$

Aus der Mutterlange des vorigen, in rektangulären Prismen, die nicht genauer meßbar sind.

Am	= 18	= 8,82		gef.
Nb	94	46,08	= Nb ² O ⁵	8,5
O	16	7,84	65,68	65,7
4Fl	76	37,26		
	204	100.		

Ammonium-Niobfluorid.

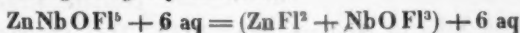
Versucht man, das Oxyfluorid I durch HFl in ein Doppelfluorid zu verwandeln, so entsteht ein Doppelsalz, welches in warzenförmig vereinigten fast rechtwinkligen Prismen mit scharfer vierflächiger Zuspitzung anschiefst. Es ist



3Am	= 54	= 11,56		gef. 1)
2Nb	188	40,26	= Nb ² O	12,67
O	16	3,43	57,39	57,00
11Fl	209	44,75		44,67
	467	100.		

Die Krystalle scheinen 1 Mol. aq zu enthalten.

Zink-Nioboxyfluorid. Marignac erhielt stets nur ein Salz, sechsgliedrig krystallisirend,



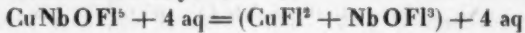
Zn	= 65,5	= 17,31		gef.
Nb	94	24,83	= Nb ² O ⁵	17,52
O	16	4,23	35,4	35,64
5Fl	95	25,10		
6 aq	108	28,53		
	578,5	100.		

Das Salz verliert bei 100° einen Theil des Wassers, bei 180° den Rest, jedoch zugleich etwas HFl.

Es ist isomorph mit dem Fluosilikat, dem Fluotitanat und dem Fluostannat des Zinks, $\text{ZnR}^{\text{IV}}\text{Fl}^6 + 6 \text{ aq}$.

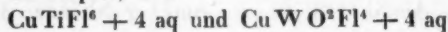
1) An der Luft getrocknet.

Kupfer-Nioboxyfluorid. Dunkelblaue zwei- und eingliedrige zerfließliche Krystalle.



				gef.
Cu	= 63,5	= 18,65		18,56
Nb	94	27,61	= Nb ² O ⁵	39,35
O	16	4,70		38,90
5FI	95	27,90		
4 afl	72	21,14		
	340,5	100.		

Es erleidet bei 100° keinen Verlust. Seine Krystalle sind isomorph denen des Fluotitanats und des Fluoxywolframats von Kupfer, d. h.



H. Rose: Pogg. Ann. Bd. 104, S. 581.

Marignac: Arch. d. sc. 1865 Juillet, Août.

Niobsäure.

Niobsäureanhydrid. Wird auf gleiche Art wie die Tantsäure aus dem Kaliumdoppelfluorid oder dem Oxyfluorid erhalten.

Sie ist weiß, in der Glühhitze aber gelb. Sie ist



$$2\text{Nb} = 188 = 70,15$$

$$5\text{O} = 80 = 29,85$$

$$\hline 268 \quad 100.$$

Nach dem Glühen ist sie unlöslich in Säuren, jedoch löst sie sich in Schwefelsäure beim Erhitzen auf; diese Auflösung bleibt beim Verdünnen klar, läßt aber beim Kochen alle Niobsäure fallen. Ist die Säure indessen sehr stark geglüht worden, so ist sie in Schwefelsäure fast unlöslich.

Das V. G. der geglühten Säure (nach dem Schmelzen mit saurem Kalisulfat) ist nach Marignac = 4,37 — 4,46; durch Glühen des Ammoniumoxyfluorids dargestellt, wiegt sie 4,51 — 4,53.

H. Rose hat sehr viele Versuche über diesen Punkt angestellt; die kleinste Zahl war 4,56; nach dem Glühen im Porzellanofen 4,60 — 4,69. Die S. aus dem krystallinischen Hydrat wog 4,60 — 4,76, die aus dem amorphen aber 5,26, und die durch Schmelzen mit saurem Kalisulfat erhaltene gab ebenfalls 5,21 bis 5,94, und H. Rose schloß aus seinen Versuchen, daß das V. G., so verschieden es anfangs auch war, durch gleichlanges Glühen dasselbe werde, und die V. G. der amorphen und krystallisirten sich wie 100 : 87,6 verhalten, was sonstigen Erfahrungen, z. B. bei der Kieselsäure, ganz entgegen ist. Ob die höheren V. G. auf einer Beimengung von Tantalsäure beruhen, wie Marignac vermuthet, ist noch zu untersuchen¹⁾.

Hydrate des Anhydrids. Durch Zersetzung des Chlorids oder Oxychlorids mit Wasser erhält man eine amorphe Masse; verwandelt es sich aber durch allmähliches Anziehen von Feuchtigkeit in die Säure, so ist es krystallinisch. Beide, gleichwie die durch Chlorwasserstoffsäure gefällte, zeigen beim Erhitzen eine Feuererscheinung, was bei der mit sauren Sulfaten geschmolzenen nicht stattfindet. (H. R.)

Diese Körper geben, bei 100° getrocknet, 6,05 — 9,45 Proc. Wasser. (H. R.)

Ein Hydrat $\text{Nb}^2\text{O}^5 + \text{aq}$ muß 6,29 und $2\text{Nb}^2\text{O}^5 + 3\text{aq}$ muß 8,15 Proc. Wasser geben.

H. Rose: Pogg. Ann. Bd. 112, S. 468, 549. Bd. 113, S. 105.

Marignac: A. a. O.

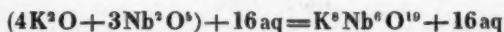
Niobsaure Salze.

Niobsaures Kali. Frisch gefällte N. löst sich in Kalilauge auf; geglühte verhält sich ebenso gegen schmelzendes Kaliumhydroxyd und die Masse ist in Wasser vollständig löslich. Dasselbe ist der Fall bei Anwendung von kohlensaurem Kali.

H. Rose glückte es nicht, niobsaures Kali krystallisirt

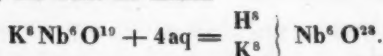
1) H. Rose's *Niobsäure*, welche wohl immer mehr oder weniger Tantalsäure enthielt, gab ein V. G. = 5,90 — 6,72.

und rein zu erhalten. Marignac aber stellte ein solches (durch Glühen mit Kalicarbonat und Auflösen) durch Verdunsten im Vacuo dar. Es bildet grofse durchsichtige eingliedrige oder zwei- und eingliedrige Krystalle, welche verwittern.



			gef.
$3Nb^2O^5$	$= 804$	$= 54,77$	53,88
$4K^2O$	376	25,61	25,32
16 aq	288	19,62	19,20
	<hr/> 1468	<hr/> 100.	<hr/> 98,40.

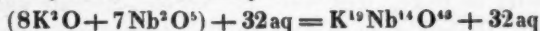
Bei 100° verliert es 14,5 — 14,7 Proc. Wasser, d. h. 12 Mol.; der Rest ist mithin



Es ist dann noch vollständig löslich.

Beim Glühen wird es vorübergehend gelb, schmilzt nicht löst sich dann aber nur theilweise auf.

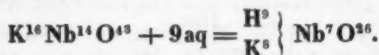
Durch Umkrystallisiren verwandelt es sich in zweigliedrige Krystalle, deren Analyse auf



führt.

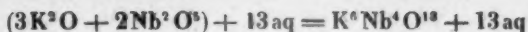
			gef.
$7Nb^2O^5$	$= 1876$	$= 58,55$	58,35
$8K^2O$	752	23,47	23,47
32 aq	576	17,98	17,35
	<hr/> 3204	<hr/> 100.	<hr/> 99,17.

23 aq = 12,93 Proc. (gef. 12,6 — 12,8) gehen bei 100° fort; der Rest ist also



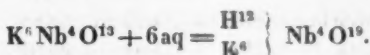
Es läfst sich umkrystallisiren.

Fügt man der Auflösung dieser Salze Kalilösung hinzu, so schiefst ein basisches Salz in zweigliedrigen schnell verwittrnden Krystallen an,



			gef.
$2\text{Nb}^2\text{O}^5$	$= 536$	$= 50,95$	51,06
$3\text{K}^2\text{O}$	282	26,80	26,22
13aq	234	22,25	
	1052	100.	

Es verliert bei 100° 7aq = 11,98 Proc. (gef. 11,58) und ist dann



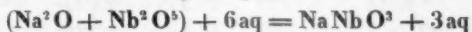
Vermischt man die heißen Lösungen von Kaliumfluoxyniobat und Bicarbonat, so schlägt sich ein Salz nieder, welches, bei 100° getrocknet,



ist.

$3\text{Nb}^2\text{O}^5$	$= 804$	$= 81,38$	80,61
K^2O	94	9,51	9,88
5aq	90	9,11	8,95
	988	100.	99,44.

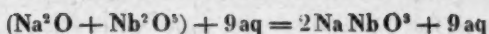
Niobsaures Natron. H. Rose stellte durch Schmelzen der Säure mit Natriumhydroxyd das Natronsalz dar. Die Schmelze ist trübe, weil jenes im Natronüberschuss unlöslich ist. Deshalb zieht Wasser zuerst letzteren aus, worauf sich das niobsaure Natron auflöst. H. R. erklärt es für das am besten krystallisirende unter allen tantal- und niobsauren Salzen. Seine Analysen geben



			gef. im Mittel
Nb^2O^5	$= 268$	$= 61,20$	60,82
Na^2O	62	14,16	15,86
6aq	108	24,64	
	438	100.	

Es löst sich in nahe 200 Th. Wasser von 14° und in 75—100 Th. kochenden Wassers auf. Durch Natronlauge wird es aus seinen Auflösungen gefällt.

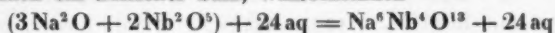
Die aus Nioboxchlorid abgeschiedene Säure gab das Salz mit einem größeren Wassergehalt,



			gef.
$\text{Nb}^2\text{O}^5 = 268$	$= 54,47$		54,05
$\text{Na}^2\text{O} \quad 62$	$12,60$		14,40
$9\text{aq} \quad 162$	$32,93$		
	<hr/>		
	492	100.	

Beim Glühen verwandelt sich das niobsaure Natron, indem es einen Theil Wasser zurückhält, in ein saures Salz und HNaO , welches leicht CO^2 anzieht.

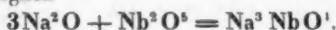
Einmal erhielt H. R. bei der Darstellung der vorhergehenden ein basisches Salz, wahrscheinlich



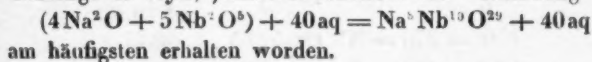
			gef.
$2\text{Nb}^2\text{O}^5 = 536$	$= 46,45$		46,88
$3\text{Na}^2\text{O} \quad 186$	$16,12$		16,02
$24\text{aq} \quad 432$	$37,43$		
	<hr/>		
	1154	100.	

Bei gelindem Glühen verlor es 34,87 Proc. Wasser oder nahe 22 Mol.; bei nachherigem Schmelzen geht der Rest fort.

100 Th. Niobsäure treiben nach H. R. in der Glühhitze 50,1 Th. Kohlensäure aus kohlensaurem Natron aus (Mittel von 7 Versuchen). Da die Sauerstoffmengen beider = $29,85 : 36,4 = 5 : 6$ sind, so ist $\text{Nb}^2\text{O}^5 = 3\text{CO}^2$, und es bildet sich folglich



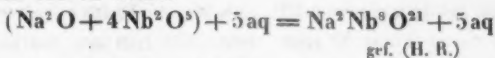
Schmilzt man Niobsäure mit kohlensaurem Natron in nicht zu starker Hitze, so bilden sich saurere, in Wasser lösliche Salze, die als krystallinische Massen beim Verdampfen der Lösungen sich absondern. Sie scheinen zum Theil Gemenge zu seyn, jedoch ist offenbar die Verbindung



			gef. im Mittel
$5\text{Nb}^2\text{O}^5 = 1340$	$= 58,06$		58,86
$4\text{Na}^2\text{O} \quad 248$	$10,75$		11,00
$40\text{aq} \quad 720$	$31,19$		31,59
	<hr/>		
	2308	100.	101,45.

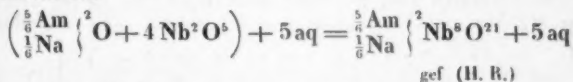
Dieses Salz verlor bei 100° 25,7 — 26,4 Wasser; dann beim Glühen noch 5,86 desselben. Jener Verlust entspricht 33 aq; der Rest würde mithin $\text{Na}^s\text{Nb}^{10}\text{O}^{29} + 7 \text{ aq}$ seyn.

Kohlensäure fällt aus der Lösung von NaNbO^3 nach längerer Zeit sämmtliche Säure in Form eines gelatinösen vierfach sauren Salzes



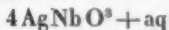
			gef. (H. R.)
$4\text{Nb}^2\text{O}^5$	$= 1072$	$= 87,58$	86,57
Na^2O	62	5,07	5,13
5 aq	90	7,35	
	1224	100.	

Niobsaures Ammoniak. In der Lösung des Natronsatzes bilden Ammoniaksalze nach einiger Zeit einen voluminösen Niederschlag. H. Rose's Analyse zeigt, daß derselbe eine Mischung der vierfach sauren Niobate von Am und Na ist.



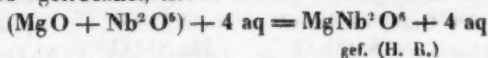
			gef. (H. R.)
$4\text{Nb}^2\text{O}^5$	$= 1072$	$= 87,11$	87,61
$\frac{5}{6}\text{Am}^2\text{O}$	43,33	3,54	3,66
$\frac{1}{6}\text{Na}^2\text{O}$	20,33	0,84	0,92
5 aq	90	8,18	7,36
	1226,66	100.	99,55.

Niobsaures Silber. Aus dem normalen Natronsatz NaNbO^3 fallen Silbersalze einen gelblichweißen Körper, der beim Trocknen braun und bei 100° schwarz wird. Es ist



			gef. (H. R.)
$4\text{Nb} = 376$	$= \text{Nb}^2\text{O}^5$	52,65	50,45
4Ag	$432 = \text{Ag}^2\text{O}$	45,58	47,31
12 O	192		
aq	18	1,77	1,98
	1018	100.	99,74.

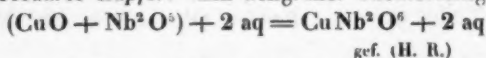
Niobsaure Magnesia. Die Fällung in Magnesiasalzen, bei 100° getrocknet, ist:



$\text{Nb}^2\text{O}^5 = 268$	$= 70,53$	$72,19$
MgO	40	$10,52$
4 aq	72	$18,95$
	<hr/>	<hr/>
	380	$100.$
		$100,36$

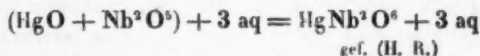
3 aq würden 14,92 Proc. voraussetzen.

Niobsaures Kupfer. Ein hellgrüner Niederschlag.



$\text{Nb}^2\text{O}^5 = 268$	$= 69,90$	$69,62$
CuO	$79,4$	$20,71$
2 aq	36	$9,39$
	<hr/>	<hr/>
	$383,4$	$100.$
		$100,54.$

Niobsaures Quecksilberoxydul. Hellgelber Niederschlag, welcher grünlich und bei 100° roth wird. Es ist im letzten Fall

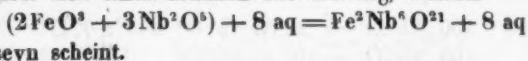


$\text{Nb}^2\text{O}^5 = 268$	$= 36,31$	$33,21$
HgO	416	$56,37$
3 aq	54	$7,32$
	<hr/>	<hr/>
	738	100

und scheint durch das Auswaschen etwas basisch geworden zu seyn (enthält Nb: Hg = 13: 15).

Quecksilberchlorid bildet mit niobsaurem Natron eine Gallert, was tantalsaures Natron nicht thut (H. R.).

Niobsaures Eisenoxyd. Eisenchlorid erzeugt erst nach längerer Zeit einen braunen Niederschlag, welcher



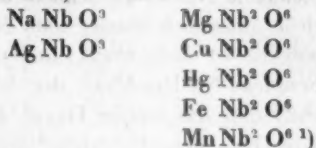
gef. (H. R.)

$3\text{Nb}^2\text{O}^5 = 804$	$= 63,40$	$62,33$
2FeO^3	320	$25,24$
8 aq	144	$11,36$
	<hr/>	<hr/>
	1268	$100.$
		$99,93.$

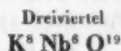
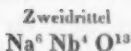
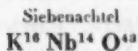
H. Rose: Pogg. Ann. Bd. 113, S. 105, 292.

Uebersieht man die untersuchten Niobate, so sind es folgende Sättigungsstufen:

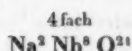
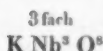
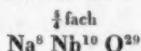
Einfache (normale)



Basische Salze.



Saure Salze.



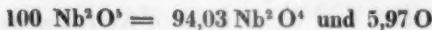
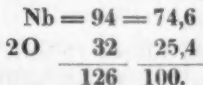
Niedere Oxyde des Niobs.

Eine Arbeit von Marc Delafontaine bezieht sich auf diese Verbindungen.

H. Rose hatte gefunden, dass die Niobsäure in Wasserstoffgas grau wird und höchstens 1,5 Proc. verliert. Delafontaine fand, dass sie sich in der Weisglühhitze schwärzt, und 5,96 Proc. verliert, während Tantsäure unter gleichen Umständen sich nicht verändert. 100 Th. dieses schwarzen Oxyds verwandeln sich beim Erhitzen an der Luft in 105,7 — 106,38 Niobsäure, wonach der Körper Niobioxyd



ist.



Es ist ein blauschwarzes Pulver, unangreifbar durch Säuren und Alkalien.

1) In den natürlichen Niobaten.

Setzt man zur Auflösung eines niobsauren Alkalis Chlorwasserstoff- oder Schwefelsäure und dann Zink, so nimmt die sich abscheidende Niobsäure schnell eine schön *blaue* Farbe an, welche allmählich blasser und dann *braun* wird; auch die Flüssigkeit ist dann braun, und giebt mit Ammoniak einen braunen Niederschlag, der bald weiß wird. Marignac fand, daß das braune Oxyd, in Lösung durch übermangansaures Kali geprüft, Nb^3O^5 seyn muß. Es ist wohl als $2\text{NbO}^2 + \text{NbO}$ anzusehen.

Vor dem Löthrohre giebt die Niobsäure, durch Zersetzung des Chlorids erhalten, mit Phosphorsalz ein Glas, welches in der äußeren Flamme farblos, in der inneren violet oder blau (bei größeren Mengen) ist; die durch Schmelzen mit sauren Sulfaten abgeschiedene giebt aber unter denselben Umständen ein braunes Glas.

Die Natur dieser blauen Oxyde ist zur Zeit unbekannt.

Wie im Früheren bemerkt ist, hatte H. Rose Nioboxyfluorid durch Natrium reducirt. Deville und Delafontaine haben unter Anwendung der Kalium- oder Natriumverbindung dasselbe Product erhalten, ein schwarzes Pulver, welches der Letztere für ein niederes Oxyd, NbO oder Nb^2O^3 hält, bestehend aus

$$\begin{array}{r} \text{Nb} = 94 = 85,45 \\ \text{O} \quad 16 \quad 14,55 \\ \hline 110 \quad 100. \end{array}$$

100 = 121,8 Nb^2O^3 . In der That nahm H. Rose's Präparat 20,6 — 22,1 Sauerstoff auf, und Delafontaine erhielt bis 19,3 Proc.

Man kann diesen Körper (Niobyl) analog dem Uranyl als das Radikal des Oxychlorids und Oxyfluorids ansehen. Wahrscheinlich sind die glänzenden Krystalle, welche nach Deville bei der Einwirkung von Magnesium auf Niobchloriddampf entstehen (s. das Chlorid) dieselbe Verbindung.

H. Rose: Pogg. Ann. Bd. 101, S. 310.

Delafontaine: Arch. d. sc. 1866 Octobre.

Schwefelniob.

H. Rose stellte zahlreiche Versuche an, um diese Verbindung durch Erhitzen von Niobsäure in Schwefelkohlenstoffdämpfen zu erhalten. Die Einwirkung, bei welcher Schwefel frei wird, erfolgt leichter als bei der Tantalsäure, und das Resultat ist ein schwarzes Pulver, welches beim Erhitzen an der Luft wieder in Niobsäure übergeht. In 7 Versuchen gaben 100 Th. Niobsäure 108,3 — 110,9, im Mittel 109,8 des Körpers.

Wäre derselbe ein reines Schwefelniob, wofür ihn H. Rose hielt, so würde es



seyn.

$$\begin{array}{r} 3\text{Nb} = 282 = 63,8 \\ 5\text{S} \quad 160 \quad 36,2 \\ \hline 442 \quad 100. \end{array}$$

$$100 \text{ Nb}^2 \text{O}^5 = 110 \text{ Nb}^3 \text{O}^5.$$

Allein die Bildungsweise des Körpers macht es sehr wahrscheinlich, dafs es ein Oxysulfuret sey, vielleicht



$$\begin{array}{r} \text{Nb} = 94 = 66,20 \quad 7\text{Nb} = 658 = 64,13 \\ \text{O} \quad 16 \quad 11,26 \quad 7\text{O} \quad 112 \quad 10,91 \\ \text{S} \quad 32 \quad 22,54 \quad 8\text{S} \quad 256 \quad 24,96 \\ \hline 142 \quad 100. \quad 1026 \quad 100. \end{array}$$

Beim Erhitzen in Schwefelwasserstoff verliert die Substanz etwa $\frac{1}{3}$ ihres Schwefels.

Stickstoffniob.

H. Rose erhielt aus 100 Th. Niobsäure durch Erhitzen in Ammoniak 94,8 eines schwarzen Pulvers, während 14,31 Sauerstoff in der Form von Wasser fortgingen. Ist die Verbindung wasserstofffrei, so besteht sie demnach aus

$$\begin{array}{r} \text{Niob} \quad 74,0 \quad 5 \quad 5\text{Nb} = 470 = 75,56 \\ \text{Sauerstoff} \quad 16,4 \quad 6 \quad 6\text{O} \quad 96 \quad 15,44 \\ \text{Stickstoff} \quad 9,6 \quad 4 \quad 4\text{N} \quad 56 \quad 9,00 \\ \hline 100. \quad 622 \quad 100. \\ 24^* \end{array}$$

Die Niobsäure hatte $\frac{14.31}{29.85}$ oder fast die Hälfte ihres Sauerstoffs verloren. Vielleicht ergeben wiederholte Versuche die Existenz von $\text{NbO} = \text{Nb}^2\text{O}^3$ in der Stickstoffverbindung.

Erhitzt man Niobchlorid in Ammoniak, so entsteht eine gelbe Verbindung, welche bei weiterem Erhitzen Chlorammonium entwickelt und schwarz wird. Das Produkt wird selbst von Königswasser nicht angegriffen.

Auch durch Glühen von Niobsäure in Cyan entsteht ein schwarzer Körper, der Stickstoff und Kohlenstoff enthält.
H. Rose: Pogg. Ann. Bd. 111, 426.

Fasst man die Hauptunterscheidungsmerkmale des Tantal und Niob zusammen, so bestehen sie in Folgenden:

	Ta	Nb
Atomgewicht:	182	94
Chloride:	Blos TaCl^5 , gelb, schmelzbar, flüchtig.	a) NbCl^5 gelb, schmelzbar, flüchtig b) NbOCl^3 weiß, unschmelzbar, flüchtig.
Fluoride:	K^3TaFl^7 , sehr schwer löslich	K^3NbFl^7 leichtlöslich, durch Wasser zersetzbar in K^3NbOFl^5 , leicht löslich.
Säure:	$\text{Ta}^2\text{O}^5 = 18,02$ Proc. Sauerstoff V. G. = 7,6—8,0. In H nicht reducirt. Mit Säuren und Zink keine Farbe. V. d. L. desgl. Im Kohlentiegel schwarzes TaO^2 .	$\text{Nb}^2\text{O}^5 = 29,85$ Proc. Sauerstoff. V. G. 4,4—4,5 Mar. 4,6—5,9 H.R. Zu braunem NbO^2 reducirt Blaue und braune Farbe desgl. A. d. Oxyfluorid u. Natrium schwarzes NbO

III. Ueber eine Reproduction der Siemens'schen Widerstands-Einheit; von Dr. F. Dehms,

Telegraphen-Sekretär in Berlin.

(Schluss von S. 275).

IV. Vergleichung des Widerstandes der Normalröhren mit anderen Widerständen und unter sich.

Die sämmtlichen nun zu beschreibenden Vergleichen wurden mittelst einer Wheatstone'schen Brücke ausgeführt, und zwar wurde für sie die von Siemens früher benutzte Brücke, welche Derselbe in ihren Haupttheilen in seiner oben vielgenannten Abhandlung beschrieben und abgebildet hat, nach den Principien abgeändert, die ich in meiner Arbeit: „Vorschlag zu einer veränderten Construction der Wheatstone'schen Brücke“ (Zeitschrift des deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins Jahrg. XIII Heft. 11 und 12, S. 259 ff.) entwickelt habe. Da jener Aufsatz seitdem weitere Verbreitung noch nicht gefunden zu haben scheint, so bin ich genöthigt, hier soweit näher auf denselben einzugehen, als zum Verständniss des Folgenden unbedingt erforderlich, muss jedoch im Speciellen auf die Original-Abhandlung verweisen.

Ich habe in derselben darauf hingewiesen, dass Messungen mit einer solchen Brücke, wenn das Verhältniss der zu vergleichenden Widerstände von 1 sehr abweicht, ungenau werden können, und zwar in um so höherem Grade, je mehr das Verhältniss sich von 1 entfernt (wofür ich mich des zwar ungenauen aber kürzern Ausdrucks bediene: je grösser das Verhältniss ist). Sonach wird der Schlitten, welcher die Contactvorrichtung trägt, nie sehr weit aus der Mitte des Drahtes geschoben und es fällt ein Grund weg, welcher die Ausspannung des gesammten Messdrahtes zu verlangen schien. Der andere Grund zu dieser, nämlich

die Nothwendigkeit, die Abstände des Contactpunktes von beiden Enden des Drahtes bei beiden Umschalterstellungen, sowie die ganze Länge des Drahtes zu kennen, fällt weg, wenn man bei jeder Messung, statt der genannten Abstände nur den gegenseitigen Abstand der beiden Contactpunkte, welche den beiden Umschalterstellungen entsprechen, mißt und die gesammte Drahlänge, anstatt durch Ausspannen vor einem Maafsstabe, lieber durch Beobachtung bestimmt.

Nennt man nämlich ε das zu messende Verhältniß der beiden zu vergleichenden Widerstände W_1 und W_2 , a und b die Entfernungen der beiden Umschalterstellungen entsprechenden Contactpunkte von einem Ende des Drahtes, s die gesammte Drahlänge, so muß zuvörderst $a + b = s$ seyn und das gesuchte Verhältniß ist dann: $\varepsilon = \frac{a}{b}$. Diese Formel hat Siemens angewendet. Ebenso gut ist aber auch, wie eine einfache Betrachtung lehrt, $\varepsilon = \frac{s+d}{s-d}$, wenn man die Entfernung der beiden Contactpunkte von einander, also die Gröfse $a - b$, mit d bezeichnet, und fehlt auch hier die Controle nicht, welche bei der anderen Rechnungsweise durch die Bedingung $a + b = s$ gegeben war, insofern hier die Summe $a + b$ der beiden Ablesungen, als deren Differenz d auftritt, zwar nicht s aber doch eine Constante seyn muß. Auf verschiedene Vortheile dieser Art zu rechnen kann ich hier nicht eingehen, sondern muß auf das Original verweisen; hier genüge die Bemerkung, daß bei ihr das Ausspannen des ganzen Drahtes nicht mehr erforderlich ist, sobald man im Stande ist, die Gröfse s im Wege des Versuchs zu ermitteln.

Hierzu habe ich mehrere Methoden angegeben, und gehe auf eine derselben, die geeignetste, etwas näher ein, die Gelegenheit benutzend, etwas an der dort angewendeten Bezeichnungsweise zu ändern. Wenn man nämlich drei Widerstände w_1 , w_2 und w nacheinander so zur Messung einschaltet, daß man die drei Verhältnisse $w : w_1$, $w : w_2$ und $w : w_1 + w_2$ bestimmt, so erhält man für jedes derselben eine

Differenz $a - b$. Diese drei Differenzen mögen resp. mit d_1 , d_2 und d bezeichnet und ihr Vorzeichen (abweichend von der früheren Bezeichnungsweise) so genommen werden, daß die drei Messungen die Gleichungen geben:

$$w_1 : w = s - d_1 : s + d_1$$

$$w_2 : w = s - d_2 : s + d_2$$

$$w : w_1 + w_2 = s - d : s + d.$$

(Im Original hat die Gröfse d das entgegengesetzte Vorzeichen, was allerdings schematisch vorzuziehen war, insofern die drei Gleichungen sich dann in fast ganz analoger Form darstellen lassen, aber für die Anwendung minder bequem ist.)

Aus diesen drei Gleichungen kann man, indem man aus den beiden ersten w_1 und w_2 ausdrückt und in die dritte einsetzt, folgende Gleichung gewinnen:

$$s^3 - s^2(3d + d_1 + d_2) - s(dd_1 + dd_2 + 3d_1d_2) + d_1d_2d = 0$$

in welcher s nur als Function der drei Differenzen erscheint.

Am angemessensten ist es, wenn die drei Widerstände w_1 , w_2 und w so gewählt sind, daß sie der Proportion $w : w_1 : w_2 = 1/2 : 1 : 1$ annähernd entsprechen; es sind dann die Differenzen d_1 , d_2 und d einander nahe gleich und sämmtlich positiv (während im Original dann die eine negativ wurde) und die Coëfficienten der Gleichungen behalten die ihnen oben beigelegten Zeichen.

Die Gleichung ist in Bezug auf s aufzulösen und dieser Werth so lange zu benutzen, bis ein neuer Draht in die Brücke gespannt wird.

An Stelle der Bezeichnung $w_1 : w_2 = s - d : s + d$ soll in Nachstehendem der kürzere Ausdruck $w_1 : w_2 = f(d)$ treten und soll also d dann positiv genommen werden, wenn $w_1 < w_2$ also $w_1 : w_2$ ein ächter Bruch ist.

Eine solche experimentelle Bestimmung der Gröfse s kann die directe Messung am Maafsstabe nicht nur ersetzen, sondern ist ihr sogar vorzuziehen, da bei ihr einer etwaigen fehlerhaften Beschaffenheit des Drahtes Rechnung getragen wird. Sie macht es ferner auch möglich, daß nur der mitt-

lere Theil des Drahtes, auf dem die Gröfsen d gemessen werden, vor einem Maafsstab ausgespannt wird, während über die Enden anders verfügt werden kann. Es kann endlich der Klemmcontact an den Enden des Drahtes fortfallen und durch die sichrere Löthung ersetzt werden.

Diesen Bemerkungen entsprechend wurde wie folgt verfahren. Das obere der beiden Messingstücke, zwischen welche jedes der beiden Enden des Platindrahtes geklemmt war, wurde entfernt und durch ein gleichgeformtes Elfenbeinstück ersetzt. Um dieses wurde der Draht in einer Nuthe liegend herumgenommen und auf der oberen Seite bei a (s. Fig. 2 Taf. VI) mit Siegellack festgekittet. Bevor das Stück aufgeschraubt wurde, war in die darunter liegende zweite Klemmbacke n ein tiefer halbrunder Einschnitt gemacht, um eine Berührung mit dem Drahte zu verhindern und Reinigung von Staub zu ermöglichen. Vor dem Festkitten wurde der Draht natürlich vollkommen straff gespannt, nachher wurden die beiden Enden nach der Mitte hin zusammengengenommen, mehrfach durch Elfenbeinplättchen isolirt auf den Maafsstab gelegt und die Enden an die Endflächen von je einem etwa 6^{mm} starken Kupferdrahte mit Weichloth gelöthet, die Löthstelle sodann zum Schutz gegen Quecksilber gut mit Asphaltlack überzogen.

Ferner wurde der Umschalter an der Brücke durch einen anderen ersetzt, welcher zwar im Wesentlichen dem im citirten Original beschriebenen und abgebildeten gleichend, doch etwas von ihm abwich und deshalb hier in Fig. 3 nochmals abgebildet ist. Die Grundplatte R von schwarzer Masse hat wie dort acht eingebohrte Quecksilber-Näpfe I bis VIII, von denen V, VI und IV durch einen mit Siegellack eingelassenen starken Kupferdraht verbunden sind. Da starke Platten von schwarzer Masse fast stets poröse sind, so waren in die Bohrungen noch besonders gedrehte Näpfe eingesetzt. Um den Elfenbeinstift in der Mitte dreht sich, zugleich längs demselben verschiebbar, ein Stück schwarzer Masse S , welches die beiden starken Kupferdrähte NN trägt. Diese sind bestimmt, in einer Stellung des Umschalters den

Nap
II m
nach
Elfe
Han
den
auf
welc
und
schä
ausg
zwei
Plati
reich
VIII
tindr
durch
geset
an 7
der
I
wur
herg
S
ständ
stark
gewi
Nap
von
und
verb
Wid
nerer
und
ware
gut
dere

Napf I mit II und III mit IV, in der andern I mit III und II mit IV zu verbinden. An jeden ist ein Messingfortsatz nach oben angelöthet; beide Fortsätze sind oben durch ein Elfenbeinplättchen *K* verbunden, wodurch eine bequeme Handhabe geschaffen ist; unter dieß Elfenbeinplättchen werden die Galvanometerzuleitungen geklemmt. Endlich steht auf der Platte *R* noch das Stück *T* von schwarzer Masse, welches die drei Näpfe VII, IV und VIII theilweis zudeckt und vorzüglich die Bestimmung hat, den Platindraht vor Beschädigungen, denen er beim Umlegen des Umschalters leicht ausgesetzt ist, zu schützen. Zu dem Ende hat das Stück zwei Löcher; die Kupferdrähte, an welche die Enden des Platindrahtes gelöthet sind, passen willig in diese hinein und reichen durch sie in das Quecksilber der Näpfe VII und VIII hinab; sind sie ganz niedergedrückt, so ruht der Platindraht auf der obern Fläche von *T* und ist dort noch durch angegossenes Paraffin befestigt. Zwei in das Stück *S* gesetzte Stahlstifte stoßen beim Umlegen des Umschalters an *T*, welches somit zugleich als Anschlag zur Begrenzung der Bewegung des Stückes *S* dient.

Die Verbindung der Näpfe II mit VII und III mit VIII wurde für diese Messungen nur durch starke Kupferdrähte hergestellt.

Sämmtliche gelegentlich dieser zu vergleichende Widerstände endigten mit Quecksilbernäpfen. Ein und derselbe starke Kupferdraht, um welchen der Batteriedraht herumgewickelt war, wurde in einen Napf von W_1 und in einen Napf von W_2 niedergebogen. Die beiden andern Endnäpfe von W_1 und W_2 wurden entweder mit V und I oder mit I und VI des Umschalters durch kurze dicke Kupferdrähte verbunden; hierbei war die Aufstellung der Behälter der Widerstände maafsgebend, da es Regel war, stets den kleineren Widerstand an I und den gröfseren an V oder VI und hierdurch an IV zu legen. Alle Verbindungsdrähte waren von gleichem Durchmesser (6^{mm}) und an den Enden gut verquickt; im Widerstandsviereck war also keine andere Verbindung als durch Löthung oder Quecksilbernäpfe

vermittelt vorhanden und alle Contacte verschiedener Metalle lagen auf einem kleinen Raume nebeneinander, wodurch das Auftreten von Thermoströmen verhindert wurde. (Nur wenn ein Normalrohr eingeschaltet worden, war der eine Contact 1^m von dem andern entfernt.) Obwohl bei dem grossen Durchmesser des zu den Verbindungen dienenden Kupferdrahtes der Widerstand desselben verschwindend klein ist (für ein Meter Länge ist er weniger als 0,001 Einheit), so wurde doch noch Sorge getragen, dass die Zuleitungen sich ganz eliminirten, indem die Länge der zu W_1 und W_2 gehörigen Zuleitungen gleichfalls im Verhältniss W_1 zu W_2 standen. Hierbei wurde der eingelassene Verbindungsdraht im Umschalter, sowie die Hälften der beiden Dräthe NN des Stückes S mit berechnet, da die Zuleitungen einerseits bis zu dem Punkte, an welchem die Batterie angeführt ist und andererseits bis zu den beiden Abgangspunkten nach dem Galvanometer zu rechnen sind.

Als Galvanometer wurde dasselbe Spiegelgalvanometer benutzt, welches Siemens bei der ersten Darstellung benutzte und dort beschrieb.

Es handelte sich nun zuvörderst um Bestimmung der Grösse s . Um diese auszuführen wurden drei Neusilber-Drähte von den ungefähren Widerständen $W_1=5$, $W_2=5$, $W=7$ Einheiten auf eine einzige Spule gleichzeitig doppelt gewickelt aufgewunden und die Enden, wie aus Fig. 4 zu ersehen, an vier starke Kupferdrähte gelöthet, deren jeder in einem Quecksilbernapf stand. Es war so der Widerstand W_1 zwischen die Näpfe (1) und (2), W_2 zwischen (2) und (3) und W zwischen (3) und (4) geschaltet. Indem die Batterie an (2) und (3), die Näpfe (1) und (4) resp. an I und V des Brückenumschalters gelegt wurden, wurde das Verhältniss $W_1:W$ gemessen. Hierauf kam die Batterie an (3) des Systems, die Näpfe (2) und (4) resp. an I und V der Brücke und endlich die Batterie an (3) und die Näpfe (1) und (4) an VI und I der Brücke zur Messung der Verhältnisse $W_2:W$ und $W:W_1+W_2$. Die Ablesungen für die beiden Stellungen des Umschalters bei allen drei Mes-

sungen sind in der am Schlusse dieses Aufsatzes folgenden Tabelle II zusammengestellt, und zwar enthalten die Colonnen \times und \times die zu den entsprechenden Stellungen des Stückes S gehörigen Ablesungen.

Setzt man die drei Werthe der Differenzen d in die Gleichung

$$s^3 - (3d + d_1 + d_2)s^2 - (dd_1 + dd_2 + 3d_1d_2)s + dd_1d_2 = 0$$

ein (wobei für d_1 und d_2 die Differenzen aus den beiden ersten Messungen, für d die aus der dritten zu nehmen ist), so erhält man die Gleichung:

$$s^3 - 1782,21 \cdot s^2 - 647495,1 \cdot s + 46152510 = 0$$

durch deren Auflösung sich $s = 2082,50$ ergibt.

Mit Hülfe dieser Zahl für s ergibt sich:

aus der ersten Beobachtung $W_1 = 0,7037902 W$

ferner aus der zweiten $W_2 = 0,7044525 W$

endlich aus der dritten $W_1 + W_2 = 1,408239 W$

während nach der ersten und

zweiten $W_1 + W_2 = 1,408243 W$

sich ergibt. Die Uebereinstimmung der beiden Werthe für $W_1 + W_2$ beweist die richtige Berechnung der Grösse s aus den drei Beobachtungen. Durch eine vierte, nicht weiter aufgenommene Beobachtung des Verhältnisses $W_1 : W_2$ fand die Richtigkeit der Messungen 1 und 2 Bestätigung.

Ich wende mich nun zu der Copirung von Widerständen nach den Normalröhren. Bei den zu diesem Behufe ausgeführten Messungen kam es, wie ich hier nochmals bemerke, auf folgende zwei Punkte an:

1) war festzustellen, dafs die Widerstände der beiden Normalröhren auch wirklich in dem berechneten Verhältnisse standen,

2) waren mit Hülfe der Normalröhren eine Anzahl anderer, unveränderlicher, leichter als die Normalen zu handhabender Widerstände zu bestimmen, welche als Copien erster Ordnung weiterer Copirung zu Grunde gelegt werden können.

Zu den Vergleichen wurden, wie schon früher, Glasspiralen in der von mir ihnen gegebenen Form gewählt

welche Hr. Sabine in seiner oben citirten Arbeit beschrieben hat und von denen ich hier in Fig. 5 Taf. VI eine Abbildung gebe. Dergleichen Spiralen waren in größerer Zahl vorhanden und die Widerstände derselben, mit Quecksilber gefüllt, wurden durch vorläufige Messungen auf etwa folgende Werthe festgestellt.

No. der Spirale:	61	19	23	68	60	22	71
Ungefährer Widerstand:	0,85	0,88	0,97	1,00	1,10	1,11	1,38
No. der Spirale:	69	72	70	65	73	62	
Ungefährer Widerstand:	2,25	2,47	2,73	2,86	3,15	4,48.	

Als Bedingung für sämtliche Messungen wurde festgehalten, daß stets nur annähernd gleiche Widerstände mit einander verglichen werden sollten. Hiernach war es zuvörderst unthunlich, die beiden Normalröhren direct mit einander zu vergleichen. Es wurden aus den Spiralen 4 Combinationen gebildet, welche ich hier mit den beiden Normalröhren übersichtlich zusammenstelle, indem ich ihnen zugleich für die Folge eine kürzere Bezeichnung gebe. Die ungefähren Widerstände, wenn der von Rohr No. 7 gleich 1 gesetzt wird, sind beigefügt. *N* bedeutet Normalrohr, *S* Spirale.

Combination	N_7	$S_{23} + S_{68}$	$S_{19} + S_{60}$	S_{72}	$S_{22} + S_{71}$	N_{11}
ungefährer Wi-						
derstand:	1	1,006	1,009	1,135	1,271	2,284
gewählte Be-						
zeichnung:	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>

Von den Widerständen *A*, *B*, *C*, *D*, *E* können je zwei beliebige mit einander verglichen werden. Dagegen läßt sich *F* nur mit der Summe von je zwei der andern vergleichen. Um ganz zuverlässige Resultate zu erlangen, wurden die sämtlichen möglichen Vergleichen zwischen den sämtlichen Combinationen *A*, *B*, *C*, *D*, *E* zu je zwei mit einander ausgeführt, sodann noch *F* mit *C+D*, *F* mit *B+E* und *C+D* mit *B+F* verglichen.

Um die Resultate dieser Messungen direct auf einander beziehen zu können, mußten letztere so eingerichtet werden,

dafs sie thunlichst frei von nebensächlichen Einflüssen blieben. Dafs die Widerstände der Zuleitungen in Folge des Arrangements ganz aufser Acht gelassen werden konnten, ist oben schon bemerkt worden. Der Einflufs der Temperatur wurde dadurch beseitigt, dafs die zu vergleichenden Röhren stets in ein und dasselbe Gefäfs mit Wasser gesetzt wurden, welches ungefähr die Stubentemperatur hatte und unablässig in Circulation gehalten wurde. Sollten nur Spiralen verglichen werden, so standen sie in einem Gefäfs, hergestellt aus zwei Gläsern, deren Zwischenraum mit trockener gesiebter Asche gefüllt und oben mit Kitt verschlossen war, und wurde dann durch eine selbstthätige Blasevorrichtung stets Luft durch das Wasser geblasen. Wurden Spiralen mit Normalen verglichen, so standen beide in einem eigens für diese Versuche gefertigten Zinktrog mit doppeltem Boden (demselben, der für die Längenbestimmungen gedient hat), und das Wasser wurde stets in lebhafter Circulation gehalten. Als Elektromotor dienten zwei Daniell'sche Elemente, natürlich schlofs man die Batterie immer nur auf Momente.

Die Einschaltung der Normalröhren geschah im Wesentlichen wie bei der letzten Reproduction¹⁾. Die Enden der Normalen wurden vermittelt angemessener Stücke Gummischlauch in kurze dicke Knieröhren gesteckt und darin noch verkittet, jedoch nur von aussen, so dafs das Quecksilber nicht mit dem Kitt in Berührung kam. Ein einziges Knierohr nahm je ein Ende von beiden Normalen auf. Die Verbindung mit dem Umschalter bei einer Messung zeigt die Skizze Fig. 6 Taf. VI. Da viele Glasnäpfe im nämlichen Gefäfs mit Wasser stehen, so wurden dieselben, um Stromableitungen durch Beschlagen des Glases zu verhüten, mit dem durch trockene Destillation von Rohgummi erhaltenen, sehr gut isolirenden Oele bepinselt. Diefs Oel verharzte sehr bald und dann wurde der Ueberzug sorgfältig abgewaschen und ein neuer gegeben. Alle Röhren, Normalen wie Spiralen, waren kurz vor den Messungen durch chemi-

1) *Phil. Mag. March.* 1863. — *Pogg. Ann.* Bd. 127, S. 470.

sche Mittel wohl gereinigt und getrocknet, sodann gleichzeitig mit sorgfältig gereinigtem Quecksilber¹⁾ aus der nämlichen Flasche langsam gefüllt; durch genaue Betrachtung überzeuete man sich von der Abwesenheit aller Luftblasen.

Während der Messungen wehte der Beobachter unablässig mit einem breiten Fächer am Draht entlang, um dessen Temperatur gleichmäßig zu erhalten. Der Draht war natürlich vor strahlender Wärme geschützt; um Erwärmungen mit der Hand zu vermeiden, war ein besonderer Schlüssel in einigem Abstände vom Drahte aufgestellt und der Schlüssel an der Brücke wurde gar nicht benutzt. Die Zuleitungen waren in Folge einer zweckmäßigen Aufstellung sehr kurz. Die vollkommene Abwesenheit aller Thermoströme wurde bei jeder Messung dadurch constatirt, daß das Heben und Umlegen des Umschalters auf das Galvanometer keinen Einfluß ausübte. — Der Schlitten, der die Contactrolle trug, erlaubte eine Verschiebung des Contactpunktes am Drahte entlang um weniger als 0^{mm},05 vorzunehmen; der Nonius gestattete genaue Ablesung der Zehntelmillimeter, folglich noch Schätzung der halben Zehntel.

In Tabelle III (am Schlusse dieses Aufsatzes) sind nun die bei den verschiedenen Messungen für beide Umschalterstellungen erhaltenen Ablesungen, die Mittel aus denselben und die Werthe σ und d übersichtlich zusammengestellt. Bemerkt wird noch, daß die Einstellungen für beide Umschalterstellungen abwechselnd vorgenommen wurden, so daß zwischen zwei Ablesungen bei einer Stellung stets eine bei der andern Stellung gemacht wurde.

Um die Verhältnisse von B , C , D , E zu A auszudrücken, hätten eigentlich vier Messungen genügt. Da jedoch deren zehn angestellt sind, so sind sechs von letzteren lediglich Controlmessungen. Die 17. Messung ist eine siebente Controlmessung. Zum Anschluß des Rohres F hätte ferner

1) Es wäre bei diesen Messungen ganz gleichgültig gewesen, ob die Röhren reines oder unreines Quecksilber oder ein anderes Material enthielten, wenn letzteres nur gleichmäßig war. Dieser Bedingung genügt aber reines Quecksilber am vollkommensten.

eine Messung genügt, während zwei angestellt wurden, somit war noch eine fernere Controlmessung gegeben. Mithin sind aufser fünf nothwendigen Messungen acht Controlmessungen vorhanden und es war eine Methode zu suchen, mit Hülfe der letzteren die vorhandenen Beobachtungsfehler zu berechnen und zu entfernen. Diefs geschah in folgender Art, welche, wie ich ausdrücklich bemerke, nur durch die Einführung der Gröfsen d in bequemer und einfacher Weise ausführbar ist.

Wenn man für drei Widerstände w, w_2, w_3 von denen w_1 der kleinste, w_3 der grösste sey, sämtliche drei Verhältnisse: $\frac{w_2}{w_3}, \frac{w_3}{w_1}$ und $\frac{w_1}{w_2}$ durch Beobachtung gefunden, d. h. für alle drei die entsprechenden Werthe von d (die ich mit $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ bezeichnen will) ermittelt hat, so folgt aus der

Gleichung: $\frac{w_2}{w_3} \cdot \frac{w_3}{w_1} \cdot \frac{w_1}{w_2} = 1$ die folgende Gleichung:

$$\frac{s - \delta_1}{s + \delta_1} \cdot \frac{s + \delta_2}{s - \delta_2} \cdot \frac{s - \delta_3}{s + \delta_3} = 1$$

und hier haben alle Werthe δ das + Vorzeichen. Es mufs also zwischen den drei Differenzen eine lediglich durch die Gröfse s vermittelte Beziehung stattfinden. Man übersieht sofort, dafs annähernd die Summe der kleinsten Differenzen δ_1 und δ_3 der grössten δ_2 gleich seyn mufs; genauer ergibt sich die Beziehung, indem man die Gleichung auf die Form bringt:

$$\delta_1 + \delta_3 - \delta_2 - \frac{\delta_1 \delta_2 \delta_3}{s^2} = 0.$$

(Man vergleiche hier den Aufsatz »Brückenconstruction« S. 265, Gl. 1.)

Nun ist die Gröfse $\frac{\delta_1 \delta_2 \delta_3}{s^2}$, die ich Δ nennen will, sehr klein, wenn nicht aufserordentlich grofse Verhältnisse gemessen werden und kann also schon mit Hülfe der uncorrigirten Differenzen, zu denen sie gehört, mit vollkommener Genauigkeit berechnet werden.

Solche Ausdrücke $\delta_1 + \delta_3 - \delta_2 - \Delta$, welche also gleich Null seyn sollen, lassen sich aus den zehn Beobachtungen

No. 5 bis 14 so viele bilden, als sich die Widerstände $ABCDE$ auf verschiedene Weise zu drei combiniren lassen, d. h. zehn; die 10 Combinationen wurden gebildet, natürlich wurden die Ausdrücke $\delta_1 + \delta_3 - \delta_2 - \Delta$ nicht gleich Null und man erhielt also Gleichungen von der Form $\delta_1 + \delta_3 - \delta_2 - \Delta = q$. Es kam darauf an, die Gröfsen q , welche also die Summen der Einzelfehler der Differenzen δ sind, zur gesonderten Bestimmung der letzteren zu verwerthen. Diefs hat keine Schwierigkeit, sobald die Verhältnisse bekannt sind, in welchen die Einzelfehler zu einander stehen.

In Tabelle IV (s. am Schluss dieses Aufsatzes) sind zunächst von I bis X die zehn Gleichungen $\delta_1 + \delta_3 - \delta_2 - \Delta = q$ zusammengestellt; eine jede bildet zur besseren Uebersicht eine Verticalkolonne. Die drei Widerstände, durch deren Combination jede Gleichung gebildet ist, sowie die Nummern der drei betreffenden Beobachtungen, welchen die Differenzen angehören, sind gleichfalls angegeben. Das Hundertelmillimeter ist in der Tabelle die Einheit, im Uebrigen bedarf dieselbe keiner Erläuterung.

Da in Gleichung I für q anstatt 0 der Werth -25 erscheint, so ist es einigermassen wahrscheinlich, dafs d_5 zu klein, d_9 zu klein und d_6 zu grofs ist. Ebenso wird es z. B. aus Gleichung VII wahrscheinlich, dafs d_9 zu klein, d_{10} zu grofs und d_{12} zu klein ist. Endlich macht Gleichung VIII wahrscheinlich, dafs d_9 zu klein, d_{11} zu grofs und d_{13} zu klein ist.

Alle drei Gleichungen lassen also vermuthen, dafs d_9 zu klein ist; diese Annahme wird dadurch sehr wahrscheinlich und man erfährt zugleich, dafs d_9 in Folge seiner Kleinheit einmal zu einem Fehler von 25, dann von 25 und endlich von 28, also im Mittel zu solchem von $\frac{77}{3}$ Anlafs giebt.

Jede der Differenzen d_5 bis d_{14} kommt in dreien von den Gleichungen I bis X vor und lassen sich für jede ähnliche Schlüsse aufstellen, wie eben für d_9 geschehen; diese sind in Tabelle V (siehe am Schlusse dieser Abhandlung) zusammengestellt.

In derselben enthält Reihe 1 die Bezeichnung der Differenzen d , deren Corrigirung versucht werden soll; Reihe 2 die Gleichungen, in denen sie vorkommen; Reihe 3 den wahrscheinlichen Sinn des Fehlers nach jeder einzelnen Gleichung, durch g oder k bezeichnet, je nachdem die Differenz wahrscheinlich zu groß oder zu klein ist; Reihe 4 die Fehlersummen φ aus den einzelnen drei Gleichungen; endlich Reihe 5 die Angaben des wahrscheinlichen Sinnes des Fehlers der Differenz aus allen drei Gleichungen, sowie die Summe der Größen φ als Verhältniszahl für die Correction. Hierbei haben natürlich bei widersprechenden Angaben der einzelnen Gleichungen über den Sinn des Fehlers die größeren Werthe φ den Ausschlag gegeben und dann sind die φ der widersprechenden Gleichungen bei Bildung der Verhältniszahl nicht addirt sondern subtrahirt worden.

Es erscheint nun die Annahme sehr wahrscheinlich, daß die Fehler der einzelnen Differenzen den so für sie ermittelten Verhältniszahlen angenähert proportional sind. Diefs vorausgesetzt, lassen sich die Fehlersummen φ der Gleichungen I bis X auf die zugehörigen Differenzen nach den Regeln der Gesellschaftsrechnung vertheilen, und enthält Reihe 6 der Tabelle V die hiernach den Differenzen aus den einzelnen Gleichungen zukommenden Correctionen, welche übrigens nur wenig von einander abweichen. Man darf natürlich aus diesen Correctionen nicht einfach das arithmetische Mittel nehmen; diejenigen, welche aus den größeren Fehlern berechnet sind und besonders die, bei welchen keine Verhältniszahl negativ wurde (was meist zusammenfällt), sind die sichersten, und ist also die in Reihe 7 angegebene mittlere Correction so berechnet, daß jeder einzelnen Correction als Gewicht der Ursprungsgleichung angehörige Fehler φ beigelegt wurde. Reihe 8 der Tabelle V zeigt endlich die corrigirten Werthe d . Zur Controle wurde nun die Tabelle VI (am Schlusse dieser Abhandlung) ganz nach Tabelle IV jedoch unter Benutzung der corrigirten Werthe für die Differenzen aufgestellt.

Die Gröſſen φ sind durchgängig 0 oder $0^{\text{mm}},01$ geworden. Dieser Umstand beweist zwar nur die Richtigkeit der Ausrechnung, da sich 10 Werthe stets so ändern lassen, daß sie zehn Gleichungen genügen. Die sehr gute Uebereinstimmung der Partialcorrectionen in Reihe 6 der Tabelle V aber spricht für die Genauigkeit der Ausgleichung überhaupt. Da die höchsten vorgekommenen Correctionen (abgesehen von dem isolirt dastehenden Betrage $0^{\text{mm}},16$) nur $0^{\text{mm}},10$ bis $0^{\text{mm}},11$ betragen und 10 Gleichungen in Uebereinstimmung gebracht sind, so ist es wohl nicht zu viel behauptet, daß die Differenzen d jetzt bis auf $0^{\text{mm}},02$ genau ausgeglichen seyen. Die Heranziehung der Controlmessung No. 17 wird dieſs fast zur Gewiſſheit machen ¹⁾.

Es können nun mit Hülfe der so berichtigten Differenzen die Widerstände der Spiralencombinationen ausgerechnet werden. Natürlich ist es nicht mehr nöthig, sämmtliche Beobachtungen auszurechnen, da sie nun übereinstimmen müssen, es genügt die Berechnung der $f(d)$ für die Beobachtungen No. 5 bis 8, um die relativen Werthe der Gröſſen A, B, C, D, E genau zu erhalten. Zuvörderst werde $A=1$ gesetzt. Die Berechnung ist in Tabelle VII (siehe am Schlusse dieser Abhandlung) ausgeführt.

- 1) Wenn die Verhältnisse der Widerstände anstatt durch die Function $\frac{s+d}{s-d}$ durch den Quotienten $\frac{a}{b}$ wie früher ausgedrückt worden wären, so läßt sich allerdings eine ähnliche Correction mit den Logarithmen für $\frac{a}{b}$ ausführen, und die Gleichungen werden sogar noch einfacher, indem die sämmtlichen Gröſſen Δ zu Null werden. Jedoch ist es stets vorzuziehen, wenn das directe Object eines Versuches selbst corrigirt werden kann.

Man könnte geneigt seyn zu glauben, daß sich die Fehler der zehn Differenzen auf streng mathematischem Wege finden lassen, da ja zehn Gleichungen vorhanden sind. Allein diese Gleichungen sind nicht von einander unabhängig. Uebrigens würde ein solcher Weg, wenn vorhanden, weder einfacher noch so allgemein gültig gewesen seyn, wie der oben eingeschlagene; außerdem ist jeder Weg, der nur die Schlusscorrectionen und nicht, wie oben, Partialcorrectionen liefert, zu verwerfen, da sonst ein wichtiges Criterium der Genauigkeit fehlt.

Zur Erläuterung der letzten Verticalcolonne muß nun bemerkt werden, daß eine ähnliche Beobachtungsreihe schon zwei Tage vorher unmittelbar nach Füllung der Spiralen durch Ermittlung der Verhältnisse $B : C$, $B : D$, $B : E$, $C : D$, $C : E$, $D : E$ und $A : B$ ausgeführt worden war, jedoch nicht mit der nämlichen Sorgfalt, wie die Beobachtungen No. 5 bis 14. Es würde dieser Umstand deshalb hier nicht erwähnt worden seyn, wenn nicht beim Beginn der Messungen No. 5 bis 14 sich herausgestellt hätte, daß in beiden Spiralen, aus denen B bestand, sich Luftblasen befanden. Diese waren durch zufällige heftige Erschütterungen beim Reinigen der Spiralen vom verharzten Gummiöl hinein gelangt. Solche Luftblasen sind nun zwar leicht bis an das Ende des Rohrs zu treiben, hängen sich aber an der Erweiterung sehr fest an, und so bedurfte es auch hier des wiederholten Durchsaugens fast des ganzen Quecksilbers aus einem Napf in den anderen und zurück, um sie zu entfernen. Während nun die Beobachtungen No. 12 bis 14 mit den vorangegangenen minder sorgfältigen ziemlich gut übereinstimmten, differirten No. 5, 9, 10, 11, wie vorausszusehen war, ziemlich bedeutend und zwar sämmtlich in dem Sinne, daß B seinen Widerstand verringert hatte. Die Abweichungen der Differenzen waren resp. 0,50, 0,57, 0,64 und 0^{mm},70, also im Mittel 0,60; bei der nahen Uebereinstimmung derselben wird man 0,60 als die Correction betrachten können, durch deren Anbringung an den sämmtlichen mit der geänderten Combination B erhaltenen Differenzen diese in solche Differenzen übergehen, welche mit der ungeänderten Combination B erhalten worden wären. Mithin würde für die Combination B bei Vergleichung mit A $d=6,10$ geworden seyn, wonach die letzte Verticalcolonne berechnet ist.

Diese erwähnte Widerstandsänderung der Combination B bestätigt zugleich, was Siemens bereits früher festgestellt, daß Quecksilber durch Aufnahme von Kupfer seine Leitungsfähigkeit vergrößert und rechtfertigt die von mir gebrauchte Vorsicht, die verwickelten Zuleitungsdrähte stets

erst nach sehr sorgfältigem Abwischen in die Nöpfe zu hängen und große Niveauunterschiede der letztern an der nämlichen Spirale zu vermeiden. Sie beweist endlich, daß bei längerem Gebrauch einer Spirale, selbst wenn keine großen Niveauänderungen im Quecksilber vorkommen, der Inhalt öfter erneuert werden muß. Uebrigens wird der auf diese Weise mittelbar gefundene Werth für B erst dann als zuverlässig gelten können, wenn derselbe noch durch anderweite Beobachtungen Bestätigung gefunden hat.

Eine Controle für die Richtigkeit der oben bewirkten Fehlerausgleichungen bietet sich nun in der Beobachtung 17. Für sich allein wäre sie von geringem Werth, zusammengestellt mit den Beobachtungen 15 und 16 läßt sich wieder eine Gleichung nach dem Schema $\delta_1 + \delta_3 - \delta_2 - \Delta = q$ bilden und zwar erhält man

$$3,91 + 61,92 - 65,82 - 0,00 = 0,01,$$

also 0,01 für q ; eine durchaus genügende Uebereinstimmung. — Es dürfte die Bemerkung nicht überflüssig seyn, daß es schwierig ist, eine Ausgleichung der Fehler zu bewirken, wenn man nur eine solche Gleichung hat. Selbst unter der im Allgemeinen wahrscheinlichsten Annahme, daß alle drei Differenzen mit gleich großen Fehlern behaftet seyn, kann dieser Fehler noch in doppelter Weise bestimmt werden, nämlich entweder auf den ganzen Betrag von q oder auf den dritten Theil dieses Werthes, je nach dem Sinne, in welchem man die Correctionen anbringen will. Da jedoch im Allgemeinen kleine Fehler leichter zu erwarten sind, so dürfte die letztere Art der Correction vorzuziehen seyn, welche sich übrigens im vorliegenden Falle nicht anbringen läßt, ohne in die Tausendstel von Millimetern einzugehen. Es können somit die drei Differenzen d_{15} , d_{16} , d_{17} als wahrscheinlich richtig angesehen werden und ist nun zu untersuchen, wie die Messung No. 17 mit denen No. 5 bis 14 übereinstimmt.

Am einfachsten geschieht dies, indem man die Größen $B' + E$ und $C + D$ direct bildet und das Verhältniß derselben bestimmt, es ergibt sich

$$B' + E = 2275,10 \quad 357 \quad 0005$$

$$C + D = 2143,67 \quad 331 \quad 1575$$

$$B' + E : C + D = \quad \quad \quad 025 \quad 8426 \text{ auf directem Wege.}$$

Aus Messung No. 17 andererseits ist $d_{17} = 61,92$, folglich

$$s + d = 2144,42 \quad 331 \quad 3099$$

$$s - d = 2020,58 \quad 305 \quad 4760$$

$$B' + E : C + D = \quad \quad \quad 025 \quad 8339 \text{ auf directem Wege,}$$

der Quotient beider Verhältnisse ist

$$1000,02 \quad 000 \quad 0087$$

also eine Uebereinstimmung innerhalb $0,02 \frac{0}{00}$. Eine so genaue Uebereinstimmung zwischen den Resultaten so vieler von einander unabhängiger Versuche ist wohl der beste Beweis für die Richtigkeit der angewandten Fehlerausgleichung.

Wenngleich im vorliegenden Falle ohne praktischen Werth, hat es doch theoretisches Interesse genug zu zeigen, daß man auch bei Beobachtungen nach Art der No. 17 die Uebereinstimmung mit solchen wie No. 9 bis 14 aus den Größen d direct constatiren kann, ohne die Summen $B' + E$ und $C + D$ und ihr Verhältniß zu bilden.

Setzt man nämlich für drei Widerstände G, H, J

$$H : G = f(\delta_1)$$

$$J : G = f(\delta_2)$$

$$G : H + J = f(\delta)$$

so müssen diese drei Differenzen der zur Bestimmung von s benutzten Gleichung:

$$s^3 - s^2(3\delta + \delta_1 + \delta_2) - s(\delta\delta_1 + \delta\delta_2 + 3\delta_1\delta_2) + \delta_1\delta_2\delta = 0$$

genügen. Führt man hier die Größen: $m = \delta_1 + \delta_2$ und

$n = \frac{\delta_1\delta_2}{s}$ ein, so gewinnt diese die einfachere Form:

$$s^3 - s^2(3\delta + m) - s(\delta m + 3ns) + \delta ns = 0.$$

Aus dieser endlich zieht man

$$\delta = s \frac{s - m - 3n}{3s + m - n}.$$

Kennt man also die Differenzen δ_1 und δ_2 , welche den Verhältnissen einer GröÙe G zu zwei andern H und J einzeln entsprechen, so lehrt diese Gleichung die Differenz für das Verhältniß $G : H + J$ berechnen.

Nun ist aus No. 9 $B' : C = f(3,88)$
 und aus No. 13 $E : C = f(-238,32)$,
 somit $m = -234,44$ und $n = -0,444$, mithin für das Ver-
 hältnifs $C : B' + E$

$$\delta' = s \frac{2318,27}{6013,50} = 802,83.$$

Ferner ist aus No. 12 $D : C = f(-121,97)$,
 und selbstverständlich $C : C = f(0)$,
 hier ist also $m = -121,97$ und $n = 0$, somit wird für das
 Verhältnifs $C : C + D$

$$\delta'' = s \frac{2204,47}{6117,53} = 749,56.$$

Diese beiden virtuellen Differenzen für die Verhältnisse
 $C : B' + E$ und $C : C + D$ lassen sich mit dem beobachteten
 Resultat $C + D : B' + E = f(61,92)$ durch eine der Gleichungen
 $\delta_1 + \delta_3 - \delta_2 - \Delta = q$ verbinden, es wird $\Delta = 8,58$
 somit

$$61,92 + 749,46 - 802,83 - 8,58 = 0,03.$$

Die nahe Uebereinstimmung der Beobachtung No. 17
 mit den corrigirten Beobachtungen 5 bis 14 ist also auch
 auf diesem Wege nachgewiesen.

Wenngleich man in ähnlichen Fällen denselben wohl
 selten einschlagen wird, so mußte er doch hier beleuchtet
 werden, da er eine neue Richtung angiebt, in welcher sich
 die als Maafs für die Verhältnisse von Widerständen vor-
 geschlagenen Gröfsen d vortheilhaft verwerthen lassen.

Aus den beiden Messungen No. 15 und 16 ergeben sich
 nun zwei Werthe für den Quotienten $F : A$, deren Berech-
 nung hier folgt:

$C + D : F = f(65,82)$	$B' + E : F = f(3,91)$
$s + d$ 2148,32	2086,41
$s - d$ 2016,68	2078,59
$\lg s + d$ 332 0989	319 3997
$\text{clg } s + d$ 695 3630	682 2312
$\lg W^1)$ 331 1579	357 0005
$\lg \frac{F}{A}$ 353 6198	358 6314

1) für W ist natürlich einmal $C + D$ das andere Mal $B' + E$ zu nehmen

Die Differenz der beiden Logarithmen von $\frac{F}{A}$ ist 000 0116, also der Unterschied der beiden durch die Beobachtungen erhaltenen Werthe für $F:A$ kleiner als $0,03 \frac{0}{00}$.

Nimmt man aus beiden Logarithmen das Mittel mit 358 6256, so ergibt sich also der Logarithmus des Quotienten $F:A$.

aus der Berechnung der Röhren zu .	358 6480
aus der Beobachtung zu	358 6256
<hr/>	
und der Unterschied zwischen Berechnung und Beobachtung also . . .	000 0224 0,05 $\frac{0}{00}$

Eine solche Uebereinstimmung, die man wohl als eine fast vollkommene bezeichnen darf, ist einerseits geeignet, die letzten Einwendungen gegen die Reproducirbarkeit der Quecksilber-Einheit zu beseitigen, und spricht zugleich in Verbindung mit den vorangegangenen Resultaten lebhaft für die Vorzüge des Mefsinstruments in seiner jetzigen Form und Handhabung.

Ein kurzer Ueberblick über die vorstehend beschriebene Untersuchung wird zu einer geeigneten Beseitigung des noch vorhandenen geringen Fehlers die Daten an die Hand geben und eine Schätzung der Genauigkeit der bisher erlangten Resultate ermöglichen.

Die Quecksilber-Einheit legt außer der von der Natur gegebenen Leitungsfähigkeit des Quecksilbers als einzige conventionelle Einheit das Meter zu Grunde. Nur in Folge der angewandten Methode zur praktischen Herstellung, nicht aber als der Einheit zu Grunde liegende Gröfsen, benutzt man bei derselben ferner eine Naturconstante, das specifische Gewicht von Quecksilber von 0°, und eine conventionelle Gröfse, das Gramm.

Die berechneten Werthe der Normalröhren sind also zuvörderst, unabhängig von der Sorgfalt, mit welcher die vorausgehenden Arbeiten ausgeführt worden, behaftet mit den Fehlern des benutzten Maafsstabes, der benutzten Gewichte und der angewandten Zahl für das specifische Gewicht des Quecksilbers. Dabei verdoppelt sich der durch

Anwendung eines falschen Maassstabes etwa entstehende Fehler noch dadurch, daß der Querschnitt der Röhren erst aus der Länge berechnet wird.

Gerade diese drei durch keine Sorgfalt zu verringern den Fehler lassen sich ihrem Betrage nach am wenigsten feststellen; höchstens kann man vom specifischen Gewicht des Quecksilbers behaupten, daß es, als Mittel aus drei Bestimmungen ¹⁾, deren grösste Abweichung $0,02 \frac{0}{00}$ beträgt, wahrscheinlich nicht mehr als $0,01 \frac{0}{00}$ fehlerhaft ist. Im Allgemeinen werden auch die beiden andern sehr klein seyn, doch liegt in ihnen die Möglichkeit, daß zwei verschiedene Beobachter zu Resultaten gelangen können, deren Unterschied grösser ist, als die Sorgfalt der Manipulation zuzulassen scheint.

Außer mit den genannten Fehlern sind die berechneten Werthe der Normalröhren noch mit folgenden Fehlern behaftet.

1) Aus der Längenmessung. Bei der gegenwärtigen Untersuchung ist dieser Fehler gegeben durch die Differenz der Temperaturen, welche in der nämlichen Versuchsreihe der gleichen Länge des Rohres mit dem Maassstabe entsprechen. Diese grösste Differenz war $0^{\circ},7$ bei vier Beobachtungen, der Fehler bei Bestimmung der Temperatur ist also sicher nicht grösser als $0^{\circ},5$, dies entspräche einer Längenänderung um $0,005 \frac{0}{00}$.

2) Die Gewichtsbestimmung ist behaftet mit den Fehlern der Füllung, der Entleerungstemperatur, der Abgränzung des Rohrinhalts, der Entleerung und der Wägung selbst ²⁾.

Den vier erstern kann, da ein gutes Thermometer benutzt und dem Rohre Zeit gelassen wurde, die Temperatur der Umgebung anzunehmen, da ferner das fein geschliffene Glasplättchen stets rasch und sorgsam auf das Rohr gedrückt wurde, da endlich nach jeder Füllung und Entleerung das Rohr einer genauen Besichtigung unterworfen wurde, ein

1) Pogg. Ann. Bd. 150, S. 210.

2) Der scheinbare Ausdehnungs-Coefficient des Quecksilbers darf als so genau bekannt betrachtet werden, daß er außer Betracht geblieben ist.

größerer Fehler nicht zugeschrieben werden als der Längenmessung. Was die Wägungen betrifft, so gab die Waage noch eine Mehrbelastung von 0,1 Milligramm an; das Mittel aus den Wägungen für jedes Rohr wird also höchstens um $0^{\text{mm}},1$ fehlerhaft seyn, dies entspricht einer Genauigkeit von $0,014 \frac{0}{00}$ bei Rohr No. 7 und $0,033 \frac{0}{00}$ bei Rohr No. 11.

Mit Rücksicht auf die andern Fehler, aber auch auf die häufige Wiederholung der Gewichtsbestimmungen, wird man die Maximalfehler derselben annehmen können zu $0,02 \frac{0}{00}$ für Rohr No. 7 und $0,04 \frac{0}{00}$ für Rohr No. 11¹⁾.

Die Fehler, mit welchen die Berechnung des Coëfficienten C und des Ausbreitungswiderstandes behaftet sind, dürfen wohl als ganz unerheblich betrachtet werden.

Es bleibt also die Berechnung noch behaftet mit dem Fehler der Gewichtsbestimmung und dem doppelten Fehler der Längenbestimmung, also mit $0,02 \pm 0,01 \frac{0}{00}$ für Rohr No. 11.

Man ersieht hieraus, daß die Berechnung für No. 7 ungefähr doppelt so genau ist, wie die von No. 11. Je feiner das Rohr wird, desto nachtheiliger werden die Fehler der Wägung.

Den Fehlern der Berechnung gesellen sich nun für die mit Hülfe der Brücke bestimmten Spiralen noch die der Beobachtung hinzu. Ein näheres Eingehen auf letztere wird zu einem interessanten Ergebniss führen.

Die einzelnen Ablesungen bei Vergleichung der nämlichen Widerstände und bei der nämlichen Umschalterstellung, deren meist drei gemacht wurden, weichen nämlich höchstens um $0^{\text{mm}},05$ von einander ab. Wenngleich die halben Zehntel Resultat einer minder zuverlässigen Schätzung sind (da der Nonius nur $0^{\text{mm}},1$ zulieft), so wird man doch das Mittel aus allen drei Beobachtungen als bis auf $0^{\text{mm}},03$, mithin den Werth d als innerhalb $0^{\text{mm}},06$ genau betrachten dürfen. Da s etwa 2000 ist, so käme hiernach auch der einzelnen Beobachtung eine Genauigkeit von etwa $0,06 \frac{0}{00}$ zu.

1) Zu einem ähnlichen Resultat führt eine angemessene Discussion der auf 0° berechneten Resultate der einzelnen Wägungen,

Allein die Ausgleichung hat gezeigt, daß an den einzelnen Differenzen d Correctionen bis zu $0^{\text{mm}},11$ (wenn der vereinzelt stehende Werth $0,16$ auch unbeachtet bleibt) angebracht werden müssen. Den Grund dieser auffälligen Erscheinung habe ich nicht aufzufinden vermocht. Man könnte ihn zunächst darin suchen, daß bei den Beobachtungen mit hoher Correction eine geringere Sorgfalt angewendet wurde. Allein im Gegentheil. Die Beobachtungen No. 5, 6, 9 waren die ersten der Reihe 5 bis 14. Sobald dieselben mit je drei Ablesungen auf jeder Seite beendet waren, wurde die Gleichung $\delta_1 + \delta_3 - \delta_2 - \Delta = \varphi$ hergestellt und der große Werth von φ führte auf die Vermuthung, daß ein Fehler gemacht sey. Es wurden deshalb alle drei Beobachtungen mit je zwei Paar Ablesungen wiederholt (und sind also auch je fünf Paare aufgeführt) ohne ein nennenswerth anderes Resultat als vorher.

Da ferner bei diesen Messungen gerade die Spiralen 19 und 68, welche soeben von Luftblasen befreit waren, benutzt wurden, so könnte man glauben, daß diese noch eine nachträgliche Aenderung erfahren hätten, etwa durch fernere Infiltration von kupferhaltigem Quecksilber in das Rohr. Auch dann müßte ich aber bei der Wiederholung andere Resultate erhalten haben. Dasselbe mußte der Fall seyn, wenn Temperaturunterschiede der Spiralen den Grund der Fehler bildeten. Auch in der Theilung des Maassstabes oder in der schlechten Beschaffenheit des Drahtes kann der Fehler nicht liegen, da er für nahe bei einander liegende Werthe von d sogar entgegengesetzt wird.

Die oben gegebene Ausgleichungsmethode hat nun zwar zur fast vollständigen Elimination dieser Fehler geführt. Die Größen φ sind bis auf höchstens $0,01$ heruntergebracht, alle zehn Beobachtungen stimmen mit einander überein, somit ist die Behauptung gerechtfertigt, daß die corrigirten Differenzen d um weniger als $0,02$ falsch sind, mithin für die einzelnen Messungen eine Genauigkeit innerhalb $0,02 \frac{0}{00}$ erreicht ist.

Man ersieht aber aus Vorstehendem, wie wenig auf ein-

zelne Messung gegeben werden darf, selbst wenn sie oft wiederholt und mit der peinlichsten Sorgfalt ausgeführt sind. Mindestens drei müssen angestellt werden, um eine der oben erwähnten Gleichungen bilden zu können; der Betrag von φ giebt dann Aufschluss, ob noch eine gröfsere Zahl von Beobachtungen nöthig ist. Dr. Siemens hat bereits in Bezug auf das Mefsinstrument, dessen sich Matthiessen bei seiner Reproduction der Quecksilber Einheit bediente ¹⁾, darauf aufmerksam gemacht, dafs ihm der Umschalter fehlt, wodurch die Beobachtungen sehr an Zuverlässigkeit verlieren. Es lassen sich fernere Einwendungen erheben gegen die Anwendung eines Holzmaafsstabes; ausserdem sind die Widerstände der Drahtverlängerungsrollen (L und R genannt) unter der ungenauen Voraussetzung bestimmt, dafs die Widerstände von den Enden des gespannten Drahtes AA' bis zu den Batterieklemmen BB , Null seyen; übrigens ist nicht gesagt, ob die gedachten Rollen doppelt gewickelt waren (resp. wie der störende Einfluss des Inductionsstromes beseitigt wurde), ebenso wenig, welche Maafsregeln getroffen waren; um zu verhindern, dafs die Temperatur im Innern der Rolle eine andere sey, als die der umgebenden Luft, und folglich auch eine andere, als die des gespannten Drahtes AA' . Wenngleich es nicht ausdrücklich ausgesprochen ist, so läfst doch die betreffende Stelle der Beschreibung nur die Deutung zu, dafs das Material der Verlängerungsrollen L und R ein anderes war als das des gespannten Drahtes AA' . Dann sind aber die Werthe von L und R in Millimetern von AA Functionen der Temperatur, ein Umstand, auf den gar keine Rücksicht genommen zu seyn scheint, der aber an Bedeutung durch die ausdrückliche Angabe gewinnt, dafs AA durch Erwärmung seinen Widerstand nur unbedeutend ändere.

Nun wird für die einzelne Messung eine Genauigkeit von $0,025_{00}$ beansprucht, dies ist gleichbedeutend mit einer Zuverlässigkeit der einzelnen Ablesung bis auf $0^{mm},25$. Wenngleich wiederholte Ablesungen bei der nämlichen Mes-

1) *Report of the British Association for 1864*, p. 353.

sung trotz der fehlenden Einstellungsrichtung und trotz des mangelnden Nonius bis auf $0^{\text{mm}},25$ übereinstimmen können, so kann doch der Einfluss der oben genannten Fehlerquellen, namentlich der letztern, ein sehr viel größerer seyn. Dafs Controlmessungen (z. B. durch Messung der drei Verhältnisse zwischen drei Widerständen) angestellt sind, ist nirgends angegeben und scheint also die Genauigkeit von $0,025 \frac{n}{00}$ lediglich eine theoretisch aus den größten Ablesungsdifferenzen berechnete zu seyn. Aus Obigem ist aber ersichtlich, wie weit die praktisch erreichte Genauigkeit der einzelnen Messung hinter der theoretisch berechneten zurücksteht, und somit muß die Behauptung, dafs mit jenem Instrument Messungen bis auf $0,0025 \frac{n}{00}$ genau ausgeführt werden können, als eine ohne Beweis gebliebene lediglich theoretische Ansicht bezeichnet werden.

Dessen ungeachtet kann das von der *British Association* eingesetzte »*Comittee on Standards of electrical Resistance*«, welches sich desselben Instrumentes bediente (vergl. *Report of the British Association for 1865 pag. 313*) bei Copirung seiner Einheit mit demselben die beanspruchte Genauigkeit erzielt haben. Denn es sind zwei ganz verschiedene Aufgaben, zwei Widerstände einander gleich zu machen oder das Verhältniß von zwei erheblich verschiedenen Widerständen zu messen. Die erste Aufgabe wird bei einiger Sorgfalt mit bedeutend größerer Genauigkeit gelöst werden können. Bei der Herstellung aber der Einheit aus der ursprünglich vorhandenen Rolle von 4,6677 Einheiten können sich nach Vorstehendem Fehler eingeschlichen haben, deren Gröfse sich allerdings nicht beurtheilen läßt; man ersieht aus dem, was mitgetheilt ist, nur, dafs in der schließlich erhaltenen Einheit die Beobachtungsfehler von etwa fünf Messungen sich addirt haben können, welche, wenn auch nur gute Mittelwerthe benutzt sind, doch jede für sich ganz uncontrolirt geblieben sind. —

Um nun aus den oben für $A = 1000$ gefundenen Widerständen von B, C, D, E die absoluten Widerstände zu finden, bedarf es zuvörderst der Festsetzung von Gewichten

für die berechneten Widerstände der Normalröhren A und F .

Nun ist zuvörderst das Rohr A etwa doppelt so genau berechnet als F . Außerdem enthält F eine sehr geringe Quecksilbermasse, viel kleiner als in irgend einer der Spiralen-Combinationen enthalten ist. Natürlich sind solche Messungen genauer, bei denen die Quecksilbermassen auf beiden Seiten erheblich sind, da sie sich dann etwas weniger leicht verunreinigen, durch den Strom nicht so leicht erwärmt werden und der Einfluß etwa noch vorhandener kleiner Luftblasen etc. weniger erheblich ist.

Somit dürfte dem Werthe für A etwa das dreifache Gewicht wie dem von F beizulegen seyn und die durch die Messungen gefundene Differenz $0,05 \frac{0}{00}$ ist hiernach zu vertheilen. Diefs geschieht, indem $\log A$ 000 0056 addirt und vom $\log F$ 000 0168 subtrahirt wird. Hiernach wird

$$\log A = 284 \ 4949$$

$$\log F = 643 \ 1205$$

$$\log \frac{F}{A} = 358 \ 6256.$$

Da keine der Aenderungen $0,04 \frac{0}{00}$ erreicht, da überhaupt unter allen oben erreichten Resultaten nirgends mehr Abweichungen bis zu diesem Belange vorkommen, so dürfte die Behauptung gerechtfertigt seyn, daß die Quecksilbereinheit durch diese Bestimmungen wahrscheinlich bis auf $0,05 \frac{0}{00}$, jedenfalls aber innerhalb $0,1 \frac{0}{00}$ genau dargestellt worden sey.

Die corrigirten Logarithmen für A und F gelten natürlich nur für diese Beobachtungen; bei einer neuen Reihe muß wieder von den berechneten in Tabelle I ausgegangen werden.

Für $\log A = 284 \ 4949$ werden nun die Spiralcombinationen

$$\log B = 287 \ 0392 \qquad B = 1936,60$$

$$\log C = 288 \ 4072 \qquad C = 1942,71$$

$$\log D = 339 \ 3399 \qquad D = 2184,44$$

$$\log E = 388 \ 2444 \qquad E = 2444,81$$

Mit dieser Feststellung der genauen Widerstände von vier Combinationen aus Quecksilberspiralen in Quecksilber-einheiten darf die eigentliche Reproduction der Einheit als abgeschlossen betrachtet werden. Es möchte jedoch, da die einzelnen Spiralen wohl in fremde Hände übergehen, also auch einzeln gebraucht werden sollen, angemessen seyn, deren Bestimmung noch anzuschließen, um so mehr, als dadurch ein neuer Belag für die Richtigkeit der vorstehenden Beobachtungen gewonnen wird.

Der Widerstand D wird nur durch eine Spirale No. 72 gebildet. Dagegen bestehen B , C , E aus je zwei von den Spiralen 19, 23, 68, 60, 22, 01, welche nacheinander der Reihe nach mit a , b , c , g , h , k bezeichnet werden mögen.

Die Spiralen wurden gereinigt und mit frisch gereinigtem Quecksilber gefüllt, demnächst a , b , c , g , h zu je zweien mit einander verglichen (nur die Messung gh wurde nicht angestellt) und k durch die beiden Messungen gh und hk angeschlossen. Sämmtliche Ablesungen bei einer Umschalterstellung wurden mindestens zweimal gemacht, nur wenn der Unterschied größer als $0^{\text{mm}},05$ war, wurde noch eine dritte Einstellung vorgenommen. Uebrigens waren inzwischen die Enden des Meßdrahtes der Brücke neu angelöthet worden und s mußte neu bestimmt werden. Den oben erwähnten Messungen No. 1, 2 und 3 entsprechen die folgenden Messungen

$$18, w_1 : w = f(358,70) \quad 19, w_2 : w = f(359,92)$$

$$20, w : w_1 + w_2 = f(351,35)$$

aus denen man die Gleichung

$$s^3 - 1771,97 s^2 - 683798,7 s + 45272230 = 0$$

und aus dieser für s den Werth 2070,00 gewinnt. Mit Hilfe desselben ergibt sich

aus No. 18

$$w_1 = 0,704615 w$$

und aus No. 19

$$w_2 = 0,704251 w$$

woraus sich berechnet

$$w_1 + w_2 = 1,40887 w$$

während nach No. 20 beobachtet ist $w_1 + w_2 = 1,40887 w$

somit entspricht $s = 2070,00$ den drei Beobachtungen genau.

Die bei den Beobachtungen zwischen den einzelnen Spiralen erhaltenen Gröfsen σ und d sind nachstehend übersichtlich zusammengestellt.

Beobachtung	21. $a:b$	22. $a:c$	23. $a:g$	24. $a:h$	25. $b:c$	26. $b:g$
σ	985,53	985,67	985,85 (berechnet)	985,60	985,76	
d	106,63	135,13	234,29	246,57	29,00	128,60
Beobachtung	27. $b:h$	28. $c:g$	29. $c:h$	30. $g:h$	32. $g:k$	32. $h:k$
σ	. . . .	985,49	. . . .	985,33	985,63	985,62
d	140,90	99,95	112,13	12,53	229,12	216,62

Die Differenz d_{24} , für die keine Beobachtungen angestellt wurden, ist wie folgt gefunden. Dieselbe mußte annähernd gleich $d_{21} + d_{27}$ oder $d_{22} + d_{29}$ oder $d_{23} + d_{30}$ seyn. Indem zuvörderst das Mittel dieser drei angenäherten Zahlen benutzt wurde, ließen sich aus ihm und den genannten Beobachtungspaaren drei Gleichungen von der Form $\delta_1 + \delta_3 - \delta_{24} - \Delta = \varphi$ bilden, in denen nun die Correctionen Δ genau berechnet werden konnten. Nun wurde in allen drei Gleichungen δ_{24} nach der Bedingung $\varphi = 0$ bestimmt, von den so gefundenen drei Zahlen für diese Differenz ist die oben für d_{24} angegebene das arithmetische Mittel.

Die zehn Differenzen d_{21} bis d_{30} lassen sich nun in ähnlicher Weise ausgleichen, wie die d_5 bis d_{14} früher. Tabelle VIII (s. am Schlufs dieses Aufsatzes) zeigt zunächst die zehn Gleichungen von der Form $\delta_1 + \delta_3 - \delta_2 - \Delta = \varphi$ mit Angabe der zugehörigen Widerstandscombinationen; die zu einer Gleichung gehörigen Gröfsen stehen wieder unter einander und überhaupt ist die Tabelle ganz wie Tabelle IV eingerichtet. Das Hundertelmillimeter ist auch hier als Einheit genommen.

Demnächst enthält Tabelle IX (s. am Schlufs dieses Aufsatzes) die Berechnung der Correctionen und die corrigirten Gröfsen d ; sie ist vollkommen nach der Tabelle V eingerichtet und mögen die dort gegebenen Erläuterungen für sie genügen.

Die mit Hülfe der ausgeglichenen Differenzen hergestell-

ten Gleichungen $\delta_1 + \delta_3 - \delta_2 - \Delta = q$ wurden zur Controle der Rechnung gebildet; es genüge hier die Bemerkung, daß q nirgends größer als $0^{\text{mm}},01$ wurde.

Um an die Widerstände a, b, c, g, h noch k anzuschließen, wird die mehrgenannte Relation aus d_{30}, d_{31} und d_{32} gebildet. Man erhält:

$$12,41 + 216,62 - 229,12 - 0,14 = -0,23.$$

Da d_{30} vorstehend corrigirt, also als richtig zu betrachten ist, so muß der Fehler $q = -0,23$ auf d_{31} und d_{32} gleichmäÙig vertheilt werden. Man erhält hierdurch:

$$g:k = f(229,01) \text{ und } h:k = f(216,73).$$

Nun läßt sich aus den berichtigten Beobachtungen $a:g$ und $g:k$, sowie auch aus $a:h$ und $h:k$ die Differenz d_{33} , welche der Beobachtung $a:k$ zukäme, ermitteln; sie ist $d_{33} = 457,60$ (die Berechnung derselben geschieht nur, um die nachfolgende Ausrechnung der Spiralenwerthe übersichtlicher zu machen und die Genauigkeit wird durch ihre Einführung weder vermehrt noch vermindert). Indem man zunächst $a = 1$ setzt, lassen sich nun die Widerstände b, c, g, h, k mit Hülfe der Differenzen $d_{21}, d_{22}, d_{23}, d_{24}, d_{33}$ leicht ermitteln; sie sind gleich $f(d)$ und ihre Berechnung ist in Tab. X (s. am Schlufs dieses Aufsatzes) ausgeführt. Sodann sind die Größen $b + c = B$, $a + g = C$ und $h + k = E$ gebildet, indem noch $a = 1$ geblieben ist. Diese sind endlich mit den oben gefundenen absoluten Werthen für B, C, E zusammengestellt.

Wären die drei Logarithmen in der letzten Zeile der Tabelle X einander ganz gleich, so würde eine vollkommene Uebereinstimmung zwischen den Beobachtungen 5 bis 14 und 21 bis 23 stattfinden und die Richtigkeit des auf S. 387 gemachten Schlusses von der Combination B' auf die Combination B Bestätigung gefunden haben. Ohne Rücksicht auf den, auf jener Schlusfolgerung beruhenden $\log \frac{b+c}{B}$ stellt sich das Mittel aus den beiden andern auf 064 7864. Diefs ist offenbar $c \log a$ und muß von den Logarithmen in

Zeile $\log f(d)$ der Tabelle X subtrahirt werden, um die Logarithmen der einzelnen Spiralen zu erhalten. Mithin wird

$\log a = 935\ 2136$	$a = 861,42$	Spirale 19
$\log b = 979\ 9372$	$b = 954,85$	• 23
$\log c = 992\ 0424$	$c = 981,84$	• 68
$\log g = 033\ 9594$	$g = 1081,33$	• 60
$\log h = 039\ 1700$	$h = 1094,38$	• 22
$\log k = 130\ 4491$	$k = 1350,36$	• 71

Die Bestimmung der Spiralen ist damit beendet. Es erübrigt noch, anzudeuten, wie mit Hülfe der Spiralen Einheiten aus Neusilberdraht und eine Widerstandsscale adjustirt wurden.

Die Einrichtung der von der Telegraphenbauanstalt von Siemens und Halske seit mehreren Jahren gefertigten und verbreiteten Einheiten wird durch Fig. 7 Taf. VI erläutert. In einer gedrehten Holzbüchse, deren Boden sowohl als der Deckel in der Mitte ein Loch von 10^{mm} Durchmesser haben, liegt am Rande ganz frei in einer doppelt gewundenen Spirale ein doppelt besponnener gut lackirter Neusilberdraht von etwa 2^m,7 Länge, 0^{mm},9 Durchmesser und 1^g,7 Gewicht. In den Rand der Büchse sind zwei Messingstäbe eingelassen, so daß sie mit beiden Enden aus derselben hervorreichen. An diese Stäbe sind innen die Enden des Drahtes geführt und mittelst je einer Klemmbacke und zweier Schrauben festgehalten. An einem Ende trägt jeder Stab eine Klemmschraube zur Anbringung starker Zuleitungsdrähte, an den andern Enden sind starke Kupferdrähte nach unten angelöthet, welche, wenn verquickt, die Einschaltung der Einheit durch Quecksilbernäpfe gestatten. (Nur letztere Zuleitung wurde beim Justiren benutzt.) Die beiden Löcher in Boden und Deckel der Büchsen sollen den Luftwechsel erleichtern und die Einführung eines Thermometers gestatten.

Zwei vorher ziemlich genau adjustirte Einheiten, welche einander aber so genau gleich waren, als die Brücke ge-

stattete dies auszuführen, und in denen, das eine Ende des Drahtes schon verlöthet war, wurden hinter einander gegen die Combination *C* eingeschaltet. Die Lufttemperatur sowie die des Wassers, in welchem die Spiralen *C* standen, wurden genau beobachtet. Die Differenzen *d*, welche bei den verschiedenen Angaben beider Thermometer erzielt werden mußten, wenn die Neusilbereinheiten bei $+20^{\circ}$ C. richtig seyn sollten, waren vorher berechnet und dabei 0,00097 als (scheinbarer) Widerstandsvermehrungscoefficient für Quecksilber und 0,0004 für Neusilber angenommen. Nun wurden einfach die Enden beider Neusilberdrähte unter der Klemme vorgezogen (und zwar stets, beide um gleich viel), so lange bis die vorher berechnete Differenz *d* wirklich erreicht war.

Es wurde nochmals constatirt, daß die Widerstände beider Drähte noch sehr nahe gleich waren. Nachdem die Enden dann verlöthet waren, wurde endlich durch zwei fernere genaue Vergleichen der Einheiten unter sich, und beider hinter einander geschaltet gegen die Combination *C* für jede die Temperatur ermittelt, bei welcher sie eine Einheit repräsentirte.

Von diesen beiden Einheiten wurden fernere Einheiten in gewöhnlicher Weise abcopirt, gleich verlöthet und demnächst für sie durch Vergleichung mit Combination *C* die zugehörigen Temperaturen bestimmt.

Die Justirung einer Normalscale von 1 bis 10000 ist in der Weise ausgeführt worden, welche ich in der Zeitschrift des deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins Jahrg. XIV. Heft 1, S. 4 ff. beschrieben habe.

Ich habe zum Schluß die angenehme Pflicht zu erfüllen, Hrn. Dr. W. Siemens meinen Dank zu sagen nicht nur für das Vertrauen, mit dem er mich durch Uebertragen der Arbeit geehrt, sondern auch für die Liberalität, mit der er Alles, dessen ich benöthigt war, in seiner Werkstatt sogleich herstellen liefs. Auch erfreute ich mich bei Ausführung der einzelnen Operationen der freundlichen Unterstützung

des Hrn. Georg v. Chauvin, dem ich dafür hierdurch ebenfalls meinen Dank ausspreche.

Berlin, im Juni 1868.

Zusätze im September 1868.

1) Die auf S. 376 beschriebene Befestigungsweise des Brückendrahtes ist seitdem durch eine zweckmäßigere ersetzt worden, welche anderwärts beschrieben werden wird.

2) Es wird dem Leser von Interesse seyn, zu erfahren, daß die internationale Telegraphen-Conferenz, welche im Juni und Juli d. J. in Wien tagte, auf den Antrag des General-Directors der Telegraphen des Norddeutschen Bundes Hrn. v. Chauvin die Annahme der Siemens'schen Quecksilber-Einheit als internationales Widerstandsmaafs einstimmig beschloß. Hierdurch dürfte die allgemeine Einführung der Quecksilber-Einheit gesichert und zugleich die Ansicht, welche Hr. Dr. Matthiessen vor etwa drei Jahren aussprach (cfr. Pogg. Ann. Bd. 125, S. 501) in einer von ihm gewiß nicht geahnten eclatanten Weise widerlegt seyn.

3) Nach Beendigung der oben beschriebenen Arbeit beabsichtigte ich, das Verhältniß zwischen der Quecksilber-Einheit und der Ohmad festzustellen. Ich verglich die Copie der Ohmad, welche sich im Besitz der Hrn. Siemens u. Halske befindet und mit No. 61 bezeichnet ist, mit den Normalröhren, erhielt jedoch trotz aller Sorgfalt Resultate, die innerhalb 2 Proc. schwankten. Ich muß annehmen, daß die Copie beschädigt ist und Wasser eindringen läßt (sie erwies sich kleiner als erwartet werden mußte); eine Revision wird veranlaßt werden.

Da mir eine andere Copie nicht zu Gebote stand, mußte ich auf die directe Messung des Verhältnisses beider Einheiten verzichten und gehe auf die Angabe von Fleeming Jenkin zurück, welcher (Pogg. Ann. Bd. 126, S. 369) mittheilt, daß 1 Ohmad im Mittel gleich 1,0456 Quecksilber-Einheiten sey. Diese Zahl beruht auf der Messung von

Einheiten nach der II. Reproduction, bei welcher die berechneten Widerstände der Röhren No. 7 und 11 resp. 1918,32 und 4382,18 waren.

Durch die jetzige Reproduction sind diese Widerstände auf resp. 1925,26 und 4396,81 festgestellt, also resp. 3,617 und $3,338 \frac{0}{00}$ gröfser (wovon $3 \frac{0}{00}$ auf die Aenderung des specifischen Gewichtes des Quecksilbers kommen). Wird den Angaben über Rohr No. 7 das doppelte Gewicht beigelegt, so ist die mittlere Abweichung $3,524 \frac{0}{00}$ und es berechnet sich der Werth von 1 Ohmad auf 1,0493 Quecksilber-Einheiten.

(Hier folgt Tabelle I bis X.)

o.
e
7
es
d
i-
-
l-

Tabelle I. (Z



Berechnung des mittleren Querschnitts etc. für

	Rohr No.
1.	Mittleres Quecksilbergewicht bei der mittleren Temperatur 16° resp. 19°, 1
2.	{ Corrections-Coëfficienten zur } { Vacuum
3.	
4.	{ Reduction auf } { Gefrierpunkt
5.	
6.	Gewicht der Quecksilberfüllung bei 0° und im Vacuum
7.	Specifisches Gewicht des Quecksilbers von 0°
8.	Rohrlänge L_0 (aus S. 268)
9.	Mittlerer Querschnitt Q
10.	π
11.	R^2
12.	R
13.	$L^0 + R$
14.	C
15.	Q
16.	$W = C \frac{L + R}{Q}$
17.	Quotient $\frac{W_{11}}{W_7}$

*) Die in Klammern eingeschlossenen Zahlen in den beiden Col
pementen.

Tabelle II. 2

Beobachtungen zur Berechnung

Verglichene Widerstände und Einschaltung	1 { w_1 an Napf I " " " IV	2 { w_1 " "
Umschalterstellung		

belle I. (Zur S. 272.)



chnitts etc. für die beiden Normalröhren No. 7 und 11.

	7.		11.	
Temperatur 16,5	Num.	Log. *)	Num.	Log. *
.	^{mgr} 7053,4	848 3985	^{mgr} 3086,3	489 4381
. . . . .	.	999 9765	.	999 9765
.	1,002546	001 1043	1,002984	001 2782
uum. . . . .	.	849 4793	.	490 6928
.	13,59593	[866 5911]	13,59593	[866 5911]
. . . . .	.	[999 8571]	.	[999 8619]
. . . . .	.	715 9275	.	357 1458
. . . . .	.	497 15	.	497 15
. . . . .	.	218 78	.	860 00
.	0,407	609 39	0,269	430 00
.	1000,736	000 3195	1000,587	000 2549
.	1,000224	000 0973	1,000065	000 0282
. . . . .	.	[284 0725]	.	[642 8542]
.	1925,26	284 4893	4396,81	643 1373
. . . . .	.	.	2,28375	284 4893
. . . . .	.	.	.	358 6480

den beiden Columnen »Log.« sind nicht die Logarithmen selbst, sondern deren Com-

belle II. Zur S. 379.

ur Berechnung der Größe s (Drahtlänge).

2 { w_2 an I w » IV	3 { w an I $w_1 + w_2$ » IV	4 { w_1 an I w_2 » IV
		

15.

Quotient $\frac{W_{11}}{W_7}$

*) Die in Klammern eingeschlossenen Zahlen in den beiden Columnen plemente.

Tabelle II. Zur S

Beobachtungen zur Berechnung der Gr

Verglichene Widerstände und Einschaltung	1 { w_1 an Napf I w » » IV	2 { w_2 an I w » » IV
Umschalterstellung		
Ablesungen	675,4 313,35 4 35 4 35	675,0 31 674,95 95
Mittel	675,4 313,35	674,97 31
σ^*	988,75	988,34
d	362,05	361,10

*) σ ist die Summe der Mittel der beiderseitigen Ablesungen und soll e

2,28375



204 4835

358 6480

iden Columnen »Log.« sind nicht die Logarithmen selbst, sondern deren Com-

e II. Zur S. 379.

rechnung der Gröfse s (Drahtlänge).

$2 \begin{cases} w_2 \text{ an I} \\ w \text{ » IV} \end{cases}$ 	$3 \begin{cases} w \text{ an I} \\ w_1 + w_2 \text{ » IV} \end{cases}$ 	$4 \begin{cases} w_1 \text{ an I} \\ w_2 \text{ » IV} \end{cases}$
<div>675,0 313,85</div> <div>674,95 9</div> <div>95 85</div>	<div>670,85 317,85</div> <div>9 85</div> <div>85 85</div>	nicht aufgenommen.
<div>674,97 313,87</div> <div>988,34</div> <div>361,10</div>	<div>670,87 317,85</div> <div>988,72</div> <div>353,02</div>	

ungen und soll eigentlich eine Constante seyn.

Tabelle III. (Zur S. 382.)

Ablesungen bei Vergleichung der Combinationen *A, B, C, D*

(Die Tabelle ist wie Tabelle II eingerichtet, nur ist die Reihe: »Umschalten

5 { <i>A</i> an I <i>B</i> » IV	6 { <i>A</i> an I <i>C</i> » IV	7 { <i>A</i> an I <i>D</i> » IV	8
491,4 496,9 3 85 4 85 4 85 4 9	489,35 498,8 40 85 35 8 40 85 35 8	428,7 559,9 65 9 65 9 65 9	37
491,38 496,86 988,24 5,48	489,37 498,82 988,19 9,45	428,66 559,90 988,56 131,24	37
10 { <i>B</i> an I <i>D</i> » IV	11 { <i>B</i> an I <i>E</i> » IV	12 { <i>C</i> an I <i>D</i> » IV	13
431,1 557,05 2 1 1 05 1 05	373,2 615,3 1 35 15 3	433,1 555,1 15 1 1 1	37
431,12 557,06 988,18 125,94	373,15 615,82 988,47 242,17	433,12 555,10 988,22 121,98	37
15 { <i>C</i> + <i>D</i> an I <i>F</i> » IV	16 { <i>B</i> + <i>E</i> an I <i>F</i> » IV	17 { <i>C</i> + <i>D</i> an I <i>B</i> + <i>E</i> » IV	
461,2 527,1 2 0 0 2 0	492,15 466,05 15 1 1 20 05	463,15 525,05 1 05 15 05	
461,20 527,02 988,22 65,82	492,17 496,08 988,25 3,91	463,13 525,05 988,18 61,92	

Tabelle IV. (Zur S. 384.)

Zusammenstellung der Beobachtungsergebnisse aus Tabelle III in 10 Gleichungen

$$\delta_1 + \delta_2 - \delta_3 - \Delta = \varphi.$$

352.)

nen *A, B, C, D, E, F.*

he: »Umschalterstellung« fortgelassen.)

	8 { <i>A</i> an I <i>E</i> » IV	9 { <i>B</i> an I <i>C</i> » IV
	370,4 618,0 4 0 4 0	492,2 495,9 2 95 2 9 2 9 2 95
	370,40 618,0 988,40 247,60	492,20 495,92 988,12 3,72
	13 { <i>C</i> an I <i>E</i> » IV	14 { <i>D</i> an I <i>E</i> » IV
	375,15 613,35 15 35 1 35	435,5 552,7 5 7 55 7
	375,13 613,35 988,48 238,22	435,52 552,70 988,22 117,18

384.)

III in 10 Gleichungen von der Form

e.

123,94	242,17	121,98
15 $\left\{ \begin{array}{l} C + D \text{ an I} \\ F \quad \quad \text{» IV} \end{array} \right.$	16 $\left\{ \begin{array}{l} B + E \text{ an I} \\ F \quad \quad \text{» IV} \end{array} \right.$	17 $\left\{ \begin{array}{l} C + D \text{ an I} \\ B + E \text{ » IV} \end{array} \right.$
461,2 527,1 2 0 2 0 0	492,15 466,05 15 1 20 1 05	463,15 525,05 1 05 15 05
461,20 527,02 988,22 65,82	492,17 496,08 988,25 3,91	463,13 525,05 988,18 61,92

Tabelle IV. (Zur S. 384.)

Zusammenstellung der Beobachtungsergebnisse aus Tabelle III in 10 Gleichungen

$$\delta_1 + \delta_3 - \delta_2 - \Delta = \varphi.$$

No. der Gleichung	I	II	III	IV	V	VI
Combin. Widerstand	ABC	ABD	ABE	ACD	ACE	ADE
No. der Beobachtung	5, 9, 6	5, 10, 7	5, 11, 8	6, 12, 7	6, 13, 8	7, 14, 8
δ_1	548	548	548	945	945	13124
δ_2	372	12594	24717	12108	23822	11718
δ_3	945	13124	24760	13124	24760	24760
Δ	0	2	8	3	13	88
φ	-25	+16	-3	+16	-6	-6

388,22
238,22

388,22
117,18

4.)
in 10 Gleichungen von der Form

VI <i>ADE</i>	VII <i>BCD</i>	VIII <i>BCE</i>	IX <i>BDE</i>	X <i>CDE</i>
7, 14, 8	9, 12, 10	9, 13, 11	10, 14, 11	12, 14, 13
13124	372	372	12594	12198
11718	12198	23822	11718	11718
24760	2594	24217	24217	23822
88	1	5	82	79
-6	-25	-28	+13	+15

Tabelle V. (Zur S. 39)

Bestimmung der Correctionen für die einzelnen Differenzen d mit

1	Die Differenz	d_3	d_6	d_7	d_8	d_9	
2	ist aus Gleichung	I II III	I IV V	II IV VI	III V VI	I VII VIII	II V
3	zu groß oder klein	k g k	g g k	k k k	g g g	k k k	g
4	Einzelfehler φ	25 16 3	25 16 6	16 16 6	3 6 6	25 25 28	16
5	{Sinn d. Abweich. } { u. Verhältnisszahl }	k 12	g 35	k 38	g 15	k 78	
6	Einzelcorrectionen	2,4 2,4 „	7,0 7,1 7,0	7,6 7,7 7,5	„ 3,0 3,0	15,6 15,5 15,7	10,8
7	Mittl. Correction	+2	-7	+8	-3	+16	-
8	Corrig. Differenz	5,50	9,88	131,32	247,57	3,88	1

Tabelle VI. (Zur S. 39)

Wiederholung von Tabelle IV, jedoch unter Anwendung der co

No. der Gleichung	I	II	III	IV	V
δ_1	550	550	550	938	938
δ_3	388	12584	24215	12197	23332
δ_2	938	13132	24757	13132	24752
Δ	0	2	8	3	13
φ	0	0	0	0	0

Tabelle VII. (Zur S. 3)

Berechnung der Widerstände der Combinationen B

Wst. u. Diff.	$B' = f(5,50)$	$C = f(9,38)$	$D = f($
---------------	----------------	---------------	----------

(Zur S. 384.)

Differenzen d mit Hilfe der Größen φ aus Tabelle IV.

d_9	d_{10}	d_{11}	d_{12}	d_{13}	d_{14}
VII VIII	II VII IX	III VIII IX	IV VII X	V VIII X	VI IX X
$k k k$	$g g g$	$k g k$	$g k g$	$k k k$	$k g g$
25 25 28	16 25 13	3 28 13	16 25 15	6 28 15	6 13 15
$k 78$	$g 54$	$g 12$	$g 6$	$k 49$	$g 22$
6 15,5 15,7	10,8 10,7 10,8	" 2,4 2,4	1,2 1,2 1,2	10,0 9,9 9,6	4,4 4,4 4,2
+ 16	- 11	- 2	- 1	+ 10	- 4
3,88	125,84	242,15	121,97	238,82	117,14

I. (Zur S. 385.)

Anwendung der corrigirten Differenzen aus Tabelle V.

V	VI	VII	VIII	IX	X
938	13132	338	388	12584	12197
23832	11714	12197	23832	11714	11714
24752	24757	12584	24215	24215	23832
13	88	1	5	82	79
0	+ 1	0	0	+ 1	0

II. (Zur S. 386.)

Combinationen B, C, D, E für $A=1$.

$D=f(131,32)$	$E=f(247,57)$	$B=f(6,10)$
---------------	---------------	-------------

Tabelle VII. (Zur S. 386.)

Berechnung der Widerstände der Combinationen *B*, *C*, *D*, *E* für *A* =

VVst. u. Diff.	$B' = f(5,50)$	$C = f(9,38)$	$D = f(131,32)$	$E =$
$s + d$	2088,00	2091,88	2213,82	
$s - d$	2077,00	2073,12	1951,18	
$\log(s + d)$	319 7305	320 5368	345 1423	3
$\log(s - d)$	<u>317 4365</u>	<u>316 6245</u>	<u>290 2973</u>	<u>2</u>
$\log f(d)$	002 2940	003 9123	054 8450	1
$f(d)$	1,00526	1,00905	1,13461	

D, E für $A=1$.

32)

$E=f(247,57)$

$B=f(6,10)$

2330,07

2088,60

1834,93

2076,60

367 3690

319 8553

263 6195

317 3110

103 7495

002 5443

1,26984

1,00588

Tabelle VIII. (Zur S. 4)

Zusammenstellung der Differenzen bei Vergleichung der Spiralen a , b ,

$$\delta_1 + \delta_3 - \delta_2 - \Delta = \varphi.$$

No. der Gleichung Combin. Widerstand	I abc	II abg	III abh	IV acg	V ach
δ_1	10663	10663	10663	13513	13513
δ_3	2900	12860	14090	9995	11213
δ_2	13513	23429	24657	23429	24657
Δ	10	75	26	74	87
φ	+40	+19	+10	+5	-18

Tabelle IX. (Zur S. 40)

Bestimmung der Correctionen für die einzelnen Differenzen d_{21} bis d_{25}

	Die Differenz	d_{21}	d_{22}	d_{23}	d_{24}	d_{25}
1	ist aus Gleichung	I II III	I IV V	II IV VI	III V VI	I VII VIII
2	zu groß oder klein	$g g g$	$k g h$	$k k g$	$k g k$	$g g g$
3	Einzelfehler φ	40 19 10	40 5 18	19 5 8	10 18 8	40 26 12
4	{Sinn d. Abweich.} {u. Verhältnisszahl}	g 69	k 53	k 16	" 0	g 78
5	Einzelcorrectionen	13,8 13,7 14,1	10,6 10,2 10,5	3,2 3,1 3,0	0	15,6 15,6 15,6
6	Mittl. Correction	- 14	+ 11	+ 3	± 0	- 16
7	Corrig. Differenz	106,49	135,24	234,32	246,57	28,84

Tabelle X. (Zur S. 40)

Berechnung der Widerstände der Spiralen b , c ,

Wst. u. Diff.	$b = f$ (106,49)	$c = f$ (135,24)	$g = f$ (234,32)
$s + d$	2176,49	2205,24	2304,3
$s - d$	1963,51	1934,76	1835,6
$\log(s + d)$	337 7567	343 4559	362 54
$\log(s - d)$	293 0331	286 6271	263 79

(Zur S. 400.)

Spiralen a, b, c, g, h in 10 Gleichungen von der Form
 $a - \Delta = \varphi$.

	V ach	VI agh	VII beg	VIII bch	IX bgh	X egh
3	13513	23429	2900	2900	12860	9995
5	11213	1253	9995	11213	1253	1253
9	24657	24657	12860	14090	14090	11213
4	87	17	9	11	5	3
5	-18	+8	+26	+12	+18	+32

(Zur S. 400.)

Größen d_{21} bis d_{30} aus den Größen φ der Tabelle VIII.

d_{25} I VII VIII	d_{26} II VII IX	d_{27} III VIII IX	d_{28} IV VII X	d_{29} V VIII X	d_{30} VI IX X
$g g g$	$g k g$	$g k g$	$g g g$	$k g k$	$g g g$
40 26 12	19 26 18	10 12 18	5 26 32	18 12 32	8 18 32
$g 78$	$g 11$	$k 20$	$g 63$	$k 38$	$g 58$
15,6 15,6 15,6	2,2 2,2 2,2	4,1 4,0 4,0	12,1 12,6 12,7	7,5 7,6 7,6	11,0 11,7 11,7
-16	-2	+4	-13	+8	-12
28,84	128,58	140,94	99,82	121,21	12,41

(Zur S. 400.)

Spiralen b, c, g, h, k für $a=1$.

$g=f(234,32)$	$h=f(246,57)$	$k=f(457,60)$
2304,32	2316,57	2527,60
1835,68	1823,43	1612,40
362 5428	364 8455	402 7083
<u>263 7970</u>	<u>260 8891</u>	<u>207 4728</u>

Tabelle X. (Zur S. 400.)

Berechnung der Widerstände der Spiralen b , c , g , h , k für

Wst. u. Diff.	$b = f$ (106,49)	$c = f$ (135,24)	$g = f$ (234,32)
$s + d$	2176,49	2205,24	2304,32
$s - d$	1963,51	1934,76	1835,68
$\log (s + d)$	337 7567	343 4559	362 5428
$\log (s - d)$	<u>293 0331</u>	<u>286 6271</u>	<u>263 7970</u>
$\log f (d)$	044 7236	056 8288	098 7458
$f (d)$	1,10847	1,13980	1,25530
$b + c = 2,24827$		$c + g = 2,25530$	
$\log (b + c) = 351 8485$		$\log (c + g) = 353 2043$	
$\log B = \underline{287 0392}$		$\log C = \underline{288 4072}$	
$\log \frac{b+c}{B} = 064 8093$		$\log \frac{c+g}{C} = 064 7971$	

400.)

, c , g , h , k für $\alpha = 1$.

(234,32)	$h = f(246,57)$	$k = f(457,60)$
4,32	2316,57	2527,60
5,68	1823,43	1612,40
5428	364 8455	402 7083
7970	<u>260 8891</u>	<u>207 4728</u>
7458	103 9564	195 2355
5530	1,27045	1,56760

$$h + k = 2,83805$$

$$\log(h + k) = 453 \ 0200$$

$$\log E = \underline{388 \ 2444}$$

$$\log \frac{h + k}{E} = 064 \ 7756$$

H

Viv

min

tra

gal

ne

le

erh

um

es

nu

be

ter

me

sac

Be

dic

ac

ne

de

v

l

d

r

IV. *Mineralogische Mittheilungen;*
von G. vom Rath in Bonn.

(Fortsetzung VII.)¹⁾

Hierzu Taf. VII.

29. Berichtigung der Winkel des Vivianitsystems.

Hr. Dr. Krantz erhielt vor einiger Zeit ausgezeichnete Vivianitstufen aus Cornwall und hatte die Güte, dieselben mir zu genauer krystallographischer Untersuchung anzuvertrauen. So überzeugte ich mich bald, daß die Winkelangaben dieses interessanten monoklinen Systems in allen neueren mineralogischen Lehrbüchern, z. B. Phillips-Miller, Quenstedt, Naumann, sogar Dana etc. mit sehr erheblichen Fehlern behaftet sind, welche zum Theil sich um mehr als 4 Grad von der Wahrheit entfernen, und daß es nöthig sey, eine völlig neue Durchmessung und Berechnung jenes Systems auszuführen. Die dankenswerthe Liberalität des Hrn. Krantz machte es mir möglich, die Untersuchung auch auf die wegen ihrer Entstehung so überaus merkwürdigen Krystalle von la Bouiche, Commentry, Cransac (Frankreich) auszudehnen.

Es mögen nun zunächst die Axenelemente, dann die der Berechnung zu Grunde gelegten Fundamental-Messungen die von mir an englischen und französischen Krystallen beobachteten Flächen, unter Hervorhebung der wichtigsten Zonen, woraus die Flächenformeln hergeleitet wurden, folgen.

$$a : b : c = 0,74980 : 1 : 0,701657.$$

Axe *a* neigt sich nach vorne hinab, mit *c* vorne oben den Winkel (α) $104^{\circ} 26'$ bildend.

Fundamentalwinkel $m : m' = 108^{\circ} 2'$; $v : v' = 120^{\circ} 26'$; $v : m = 134^{\circ} 16'$.

Beobachtete Flächen, deren Lage in den beiden Figuren 1 und 2 (Vivianit aus Cornwall) und Fig. 3 (Vivianit aus dem *Dép. de l'Allier*) zu erschen ist:

1) S. diese Ann. Bd. CXXXV, S. 437.

$$\begin{aligned}
m &= (a : b : \infty c), \infty P \\
y &= (\frac{1}{3}a : b : \infty c), \infty P3 \\
a &= (a : \infty b : \infty c), \infty P\infty \\
b &= (b : \infty a : \infty c), (\infty P\infty) \\
c &= (c : \infty a : \infty b), oP \\
n &= (a : c : \infty b), -P\infty \\
w &= (a' : c : \infty b), P\infty \\
g^* &= (b : \frac{1}{2}c : \infty a), (\frac{1}{2}P\infty) \\
x &= (a : b : c), -P \\
v &= (a' : b : c), P \\
s^* &= (a' : \frac{1}{3}b : c) 3P3 \\
z &= (a : b : \frac{1}{3}c), -\frac{1}{2}P \\
r &= (a' : b : \frac{1}{3}c), \frac{1}{2}P \\
q^* &= (a' : \frac{1}{3}b : \frac{1}{2}c), (\frac{3}{2}P3).
\end{aligned}$$

An den französischen Krystallen beobachtete ich die Flächen $m, a, b, c, n, w, g, x, v, z, r$.¹⁾ Die englischen

- 1) Hr. Des Cloizeaux hatte die Gefälligkeit, die von ihm an französischen Krystallen (von Cransac und Commentry) neu aufgefundenen, zum Theil noch nicht publicirten Flächen mit den Formeln von Lévy und Weiss brieflich mir mitzutheilen, denen ich noch die Naumann'schen Symbole beifüge.

$$\begin{aligned}
o^{\frac{1}{2}} &= (\frac{1}{2}a : c : \infty b), -4P\infty \\
o^3 &= (a : \frac{1}{2}c : \infty b), -\frac{1}{2}P\infty \\
o^9 &= (a : \frac{1}{3}c : \infty b), -\frac{1}{3}P\infty \\
a^3 &= (a' : \frac{1}{3}c : \infty b), \frac{1}{3}P\infty \\
a^{\frac{1}{2}} &= (\frac{1}{2}a' : c : \infty b), \frac{1}{2}P\infty \\
a^{\frac{1}{3}} &= (\frac{1}{3}a' : c : \infty b), 2P\infty \\
a^{\frac{1}{4}} &= (\frac{1}{4}a' : c : \infty b), 4P\infty \\
e^1 &= (b : c : \infty a), (P\infty) \\
e^{\frac{1}{2}} &= (b : \frac{1}{2}c : \infty a), (\frac{1}{2}P\infty) \\
d^{\frac{1}{2}} d^{\frac{1}{3}} h^{\frac{1}{2}} &= (\frac{1}{2}a : b : \frac{1}{3}c), \frac{1}{2}P^{\frac{3}{2}}; (x \text{ Des Cl.}) \\
d^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{2}} g^{\frac{1}{2}} &= (a : \frac{2}{3}b : \frac{3}{14}c), -(\frac{5}{14}P^{\frac{3}{2}}); (y \text{ Des Cl.}) \\
b^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{3}} h^{\frac{1}{2}} &= (\frac{2}{3}a' : b : c), \frac{2}{3}P^{\frac{3}{2}}; (z \text{ Des Cl.})
\end{aligned}$$

Von diesen zahlreichen Flächen, durch deren Auffindung der Vivianit zu einem der reichsten monoklinen Systeme wird, fallen die ersten sieben in die Zone der Axe b ; und zwar liegen $o^{\frac{1}{2}}, o^3, o^9$ auf der vordern Seite, unter der Fläche c (s. Fig. 3), während $a^3, a^{\frac{1}{2}}, a^{\frac{1}{3}}, a^{\frac{1}{4}}$ der hintern Seite angehören. Die Flächenpaare $e^1, e^{\frac{1}{2}}$ liegen in der Zone $c : b$, und zwar stumpfen beide die Kante $g : b$ ab, die Flächen $a^{\frac{1}{2}}$ und e^1 bringen demnach die im Texte als wünschenswerth angegebene Bestätigung der bei Miller angeführten Flächen t und e . Für die Flä-

Krystalle sind eine Combination der Flächen $m, y, a, b, n, w, x, v, s, z, r, q$. Neu ist von den oben angeführten Flächen g, s und q ; die Buchstaben der andern entsprechen den von Miller bereits angewandten. Bei Miller werden noch folgende Flächen angegeben:

$e = (b:c:\infty a)$, $(P\infty)$ und $t = (\frac{1}{2}a':c:\infty b)$, $2P\infty$, welche indeß einer Bestätigung bedürfen mit Rücksicht auf die durchaus falschen Winkelangaben des Miller'schen Werks. Demselben zufolge neigt sich die Basis zur Querfläche $= 108^\circ 35'$ und beträgt die stumpfe Kante $m:m' = 111^\circ 12'$ während diese Winkel in Wahrheit $104^\circ 26'$ und $108^\circ 2'$ sind. Unter den Zonen sind folgende hervorzuheben, $a:x:v$; $a:z:r$; $y:x:r:(t)$; $m:n:z':q'$; $m:x:z:c:r:v$; $a:z:g:r$; $x:g:w$; $v':n:g'$; $m:q:v:(t)$; $y':x:q$; $r:q:b$; $w:v:s:b$; $m':x:s$; $c:q:s$.

Neigungen der in der Klinodiagonalebene liegenden Kanten zur Vertikalaxe:

x/x' oder n zur Vertikalaxe	$= 39^\circ 15\frac{1}{2}'$
v/v' oder w „ „	$= 54^\circ 40'$
z/z' „ „	$= 53^\circ 28\frac{1}{2}'$
r/r' „ „	$= 77^\circ 17'$
g/g' oder c „ „	$= 75^\circ 34'$

Neigungen der in der Orthodiagonalebene liegenden Kanten:

chen x und z Des Cloizeaux's existirt nur je eine Zone, nämlich für x Des Cl. die Zone $a:z:g$ (x bildet eine Abstumpfung der Kante $a:x$, Fig. 3). Für z Des Cl. die Zone $a:v:e'$ (Des Cl.). Außerdem fällt x Des Cl. sehr nahe in die Zone $n:m$ und $c:y$. y (Des Cl.) hat gar keinen Zonenverband, ist aber hinlänglich glänzend, um durch Messungen bestimmt werden zu können. »Il y avait longtemps, schreibt mir Hr. Des Cloizeaux, que je m'étais aperçu, comme vous, que les angles de la Vivianite, donnés dans les livres, sont entièrement faux, et c'est ce qui m'avait conduit à déterminer exactement ceux des cristaux de Cransac et de Commeny qui sont si nets: seulement j'ai rencontré là des difficultés qui doivent aussi exister sur les cristaux de Cornwall, c'est que les faces de certaines zones et notamment celles de la zone verticale mm sont presque toujours tordues.«

Paris, 22. Févr. 1869.

	berechnet	gemessen
$c : z =$	$153^{\circ} 6'$	
$g : m =$	$112 \ 19$	
$g : r =$	$154 \ 21$	
$g : v =$	$111 \ 47\frac{1}{4}$	
$g : x =$	$103 \ 28\frac{1}{2}$	
$g : z =$	$158 \ 41$	
$m : m =$	$128 \ 48$	
$m : q =$	$123 \ 2$	
$m : s =$	$138 \ \frac{1}{2}$	
$m : r' =$	$111 \ 1\frac{1}{2}$	$111^{\circ} 2'$
$m : w =$	$117 \ 54$	
$m : x =$	$144 \ 12$	$144 \ 9\frac{1}{2}$
$m : y =$	$157 \ 37$	
$m : z =$	$128 \ 32$	$128 \ 28$
$n : w =$	$93 \ 55\frac{1}{3}$	
$n : x =$	$156 \ 4$	
$n : z =$	$164 \ 15\frac{1}{2}$	
$r : r' =$	$142 \ 13\frac{1}{2}$	
$r : v =$	$156 \ 45\frac{1}{2}$	$156 \ 45$
$r : w =$	$150 \ 51\frac{1}{3}$	
$r : x =$	$121 \ 10\frac{2}{3}$	
$r : z =$	$133 \ 2$	
$r : z' =$	$120 \ 26\frac{1}{2}$	$120 \ 26$
$s : v =$	$150 \ \frac{1}{2}$	
$s : x =$	$112 \ 27\frac{1}{2}$	
$v : w =$	$150 \ 13$	$150 \ 13$
$v : x =$	$104 \ 49\frac{1}{2}$	$104 \ 48\frac{1}{2}$
$v : x' =$	$81 \ 32$	$81 \ 33$
$v : y =$	$111 \ 47$	
$x : x' =$	$132 \ 8$	
$x : y =$	$126 \ 20$	
$x : z =$	$164 \ 20$	
$y : y' =$	$152 \ 48$	
$z : z' =$	$148 \ 31$	

Die Vergleichung der oben angegebenen Neigungen der in der Ebene der Axen a und c liegenden Kanten zur Ver-

tikalaxe lehrt, daß zwei derselben z/z' und v/v' ungefähr gleich sind, in ähnlicher Weise wie beim Feldspath die Flächen P und x nahe gleich zur Vertikalaxe geneigt sind. Hieraus ergibt sich auch für den Vivianit die Möglichkeit, die Flächen auf fast rechtwinklige Axen zu beziehen. Die Axe a werde nun so gelegt, daß auf ihrer vordern Hälfte die Kante z/z' , auf der hintern Seite Kante v/v' gleiche Längen abschneiden, und wiederum werde das Verhältniß $a:b$ durch das Prisma m bestimmt, so erhalten wir folgende neuen Axenelemente:

$$a : b : c = 0,72610 : 1 : 0,526196$$

$$\alpha = 90^\circ 54' 32''.$$

Die Flächen erhalten, auf diese Axen bezogen, folgende Ausdrücke:

$$\begin{aligned} m &= (a : b : \infty c), \infty P \\ y &= (\tfrac{1}{3} a : b : \infty c), \infty P3 \\ a &= (a : \infty b : \infty c), \infty P\infty \\ b &= (b : \infty a : \infty c), (\infty P\infty) \\ c &= (3a : c : \infty b), -\tfrac{1}{3} P\infty \\ n &= (\tfrac{2}{3} a : c : \infty b), -\tfrac{1}{3} P\infty \\ w &= (a' : c : \infty b), P\infty \\ g &= (3a : \tfrac{3}{2} b : c), -(\tfrac{2}{3} P2) \\ x &= (\tfrac{2}{3} a : \tfrac{3}{4} b : c), -\tfrac{1}{3} P\frac{4}{3} \\ v &= (a' : \tfrac{3}{4} b : c), (\tfrac{4}{3} P\frac{4}{3}) \\ s &= (a' : \tfrac{1}{4} b : c), (4P4) \\ z &= (a : \tfrac{3}{2} b : c), -P\frac{3}{2} \\ r &= (3a' : \tfrac{3}{2} b : c), (2P2) \\ q &= (a' : \tfrac{1}{6} b : \tfrac{1}{3} c), (2P6). \end{aligned}$$

Die Vergleichung dieser Flächenformeln mit den oben mitgetheilten lehrt, daß jenes schiefe Axensystem unbedingt dem nahe rechtwinkligen vorzuziehen sey. Noch überzeugender tritt diess hervor, wenn man die Flächen linearisch projecirt auf die Ebene der Axen ab . Für die schiefen Axen erhält man eine durchaus rhombische Projectionsfigur (in welcher nur die beiden Flächenpaare s und q auf der hintern Seite keine sie zu einem Octaëder ergänzenden Flächen auf der vordern Seite besitzen), für die nahe recht-

winkligen: ein complicirtes Liniensystem ohne alle Symmetrie auf der vordern und hintern Seite. Mit Rücksicht auf die schönen und wichtigen Arbeiten Fizeau's, denen zufolge die drei Ausdehnungsaxen monokliner Krystalle rechtwinklig auf einander stehen und physische Existenz haben (s. diese Ann. Bd. 135, S. 372), erscheint es nicht überflüssig, hier hervorzuheben, dafs es bei monoklinen Krystallen im Allgemeinen ungeeignet und unmöglich ist, die Flächen auf rechtwinklige Axen zu beziehen.

Mit vielen Schwierigkeiten möchte es verbunden seyn, zu erklären, wie die falschen Angaben über die Vivianitformen in die Lehrbücher gekommen, und wie, indem ein Irrthum zu dem andern sich gesellte, diefs schöne System in einer Weise entstellt wurde, wie es schwerlich bei einem andern monoklinen System der Fall ist. — Bei Lévy, dessen großes Werk und Atlas man stets mit neuer Bewunderung zur Hand nimmt, sind unter den auf Tafel LXX gezeichneten, den Vivianit betreffenden Figuren die Figg. 4 bis 8 im Allgemeinen correct und die Flächen leicht mit den unsrigen zu identificiren ($a^2 = w$; $o^2 = n$; $b^1 = v$; $b^2 = r$; $d^1 = x$; $d^2 = z$; $h^2 = y$ etc.). Was aber Fig. 3 betrifft, welche einen cornischen Krystall darstellen soll, so ist es mir nicht gelungen, die Endigungsflächen dieses Krystalls am Vivianit wiederzufinden. Die Combinationsflächen m und p dieses Krystalls dienen nun seltsamer Weise Lévy zur Ableitung der Grundform Fig. 1 »*prisme rhomboidal oblique, dans lequel l'incidence des faces latérales est de 108° , celle de la base sur chacune d'elles de $105^\circ 19'$ et le rapport d'un des côtés de la base à la hauteur celui des nombres 25 et 29.* Hieraus folgt die Neigung der Fläche p zur Vertikalaxe $\approx 70^\circ 56'$. Wenn eine Schiefendfläche mit dieser Neigung im Vivianitsystem vorkäme, so würde sie auf die oben mitgetheilten Axenelemente bezogen, einen wenig einfachen, deshalb unwahrscheinlichen Ausdruck erhalten. Berechnet man ferner aus der Lévy'schen Grundform die Fläche $a^2 (= w)$, so ergibt sich die Neigung derselben zur Vertikalaxe $\approx 56^\circ 31'$. Die Neigung von a^2 ,

deren Identität mit w außer allem Zweifel ist, zur Vertikalen mißt indeß $54^{\circ} 40'$. Dufrénoy folgt (*Traité de Minéralogie* 1856) der Darstellung Lévy's; seine Figuren sind Copien, nur eine 143 ist Original, aber sehr falsch. In Lévy's Grundform liegt dem vertikalen Prisma m eine richtige Messung zu Grunde, während in Bezug auf die Basis p bei Lévy meiner Ueberzeugung gemäß ein Irrthum sich eingeschlichen. Bei Phillips-Miller finden wir seltsamer Weise den richtigen Prismenwinkel Lévy's 108° nicht mehr, sondern den falschen Winkel $111^{\circ} 12'$. Wohl aber ist in dem englischen Werk eine Basis (zur Vertikalaxe $71^{\circ} 25'$ geneigt) beibehalten, welche offenbar identisch seyn soll mit der Lévy'schen Fläche p .

Indem nun die Fläche c (Miller), welche vielleicht nicht existirt als Basis für die monoklinen Octaëder ($vx'xx'$) und ($rr'zz'$) genommen wird, was sie unmöglich seyn kann, werden begreiflicher Weise alle berechneten Winkel mehr oder weniger falsch. Wenn die Angabe der Fläche c (Miller) nicht auf einem Irrthume, sondern auf Beobachtung beruht, so würde ihr die Formel ($a : \frac{1}{2}c : \infty b$), $-\frac{1}{2}P\alpha$ zukommen, sie würde identisch seyn mit einer von Des Cloizeaux an französischen Krystallen aufgefundenen Fläche. Außer in der Zone der vertikalen Flächen treten die Abweichungen besonders in den Kanten derjenigen Flächen hervor, welche der Axe b parallel sind; $n : a = 144^{\circ} 20'$ (Miller; $140^{\circ} 44\frac{2}{3}'$ s. oben), $c : w = 125^{\circ} 28'$ (Miller; $130^{\circ} 14'$ s. oben). Greg und Lettsom haben in der *Mineralogie of Great Britain and Ireland* die Miller'schen Winkelangaben beibehalten. — Quenstedt, dessen Darstellung sonst meist eigene Beobachtung verräth, scheint keinen deutlichen Vivianitkrystall zur Verfügung gehabt zu haben. Seine Darstellung wird noch dadurch erschwert, daß er diejenige Seite des Krystalls, welche bei Lévy, Dufrénoy, Miller als vordere genommen wurde, nun als hintere Seite auffaßte. Der Grund für diese Aenderung ist offenbar in der vermutheten Analogie mit dem Gyps zu suchen. Eine solche nähere Beziehung in den Formen bei-

der Mineralien besteht indefs nicht. Es war aufser der vollkommenen Spaltbarkeit parallel der Längsfläche, der Gemeinbiegsamkeit der Vivianitstrahlen, vorzugsweise der falsche Prismenwinkel von $111^{\circ} 12'$, welchen man dem Prismenwinkel des Gyps $= 111^{\circ} 42'$ verglich. In der Endkrystallisation beider Systeme bleibt nun als vergleichbar nur übrig die Neigung der Kante eines schiefen Prismas (resp. einer Schiefendfläche) zur Vertikalaxe: beim Vivianit Kante $\frac{v}{v'}$ (oder Fläche w) zur Vertikalaxe $= 54^{\circ} 40'$, beim Gyps Kante $\frac{l}{l'}$ (oder Fläche d) zur Vertikalaxe $= 52^{\circ} 16'$.

Unter denjenigen natürlichen und künstlichen Krystallen, welche Hr. Des Cloizeaux in seinem trefflichen Werke *Nouvelles recherches sur les propriétés optiques des cristaux* (T. XVIII des mémoires présentés par divers savants 1867) behandelt, befindet sich auch der Vivianit. Es gewährt mir eine lebhafte Befriedigung, dafs die von diesem hervorragenden Krystallographen an französischen Krystallen ausgeführten Messungen nahe übereinstimmen mit den von mir an englischen Krystallen erhaltenen Werthen. Die drei Fundamentalwinkel Des Cloizeaux's sind nämlich:

$$m : m' = 108^{\circ} 10'; \quad o' h' (a : n) = 140^{\circ} 40'; \quad a' h' (a : w) = 125^{\circ} 24'.$$

Die Ausbildung der englischen Krystalle zeigen die Figg. 1 und 2. Sie sind als lange Prismen oder Nadeln ausgebildet. Die Flächen der rhombischen Prismen herrschen vor über dem durch Längs- und Querfläche gebildeten rektangulären Prisma. Die Flächen sind vortrefflich gebildet; nur die Kleinheit der Endflächen setzt ihrer Messung Schwierigkeiten entgegen. Die Messungen geschahen mittelst des Fernrohr-Goniometers, meist unter Anwendung einer Kerzenflamme als Spiegelbildes. Mit grosser Vorsicht müssen die Krystalle zum Zwecke der Messung aus der Druse genommen werden, nicht nur weil sie sehr leicht spalten parallel b sondern mehr noch, weil sie schon bei einem geringen Druck sich biegen ohne elastisch zu seyn, so dafs die gegenseitige Lage der Flächen alterirt wird. Auffallend unre-

gelmässig ist die Bildung der Fläche b . Die Messungen der Kanten zwischen b und den Endflächen fand ich ganz unbrauchbar: es wurde gemessen $b:r=108^{\circ}38'$; $b:v=119^{\circ}2'$; $b:x=114^{\circ}50'$; $b:z=107^{\circ}35'$. Es ist einleuchtend, welche Fehler in der Bestimmung der Axenelemente entstehen müssen, wenn die zu Fundamentalwinkeln gewählten Kanten nicht sorgsam ausgesucht werden. Die Krystalle sind begleitet von Eisenkies, Magnetkies, Kupferkies, Spatheisenstein und finden sich nach Greg und Lettsom zu *Huel Kind* in *St. Agnes*, *Falmuth*, *Huel* in *Kea*-(*Cornwall*); zu *Wheal Betsy* nahe *Tavistock* und zu *Wheal Jané* in *Kea*-(*Devonshire*).

Die französischen Krystalle, von indigblauer Farbe, zeigen herrschend das rektanguläre Prisma ab , dessen Kanten nur schmal durch m abgestumpft werden Fig. 3. Die Krystalle sind in der Endigung noch flächenreicher als die englischen; doch fand ich die Endflächen mit Ausnahme von v und w nicht mit dem Fernrohr-Goniometer messbar. Die Bestimmung von c und g geschah durch Zonen sowie durch annähernde Messungen. Die Flächen $g c g'$ sind gestreift parallel ihrer Combinationskante und zuweilen auch durch Wölbung in einander übergehend. Die Fläche b scheint hier besser gebildet als bei den englischen. Als Mittel der Messungen der Kante $m:b$ an drei Krystallen ergab sich $125^{\circ}56'$, daraus $m:m'=108^{\circ}8'$, genau wie bei *Des Cloizeaux*. Es ergab sich ferner $a:w=125^{\circ}26'$, $v:w=150^{\circ}8'$.

Die französischen Vivianite stammen von *Commentry* nahe *Montluçon*, *Dép. de l'Allier*, und haben sich gleicher Art auch bei *Cransac*, *Dép. de l'Aveyron* gefunden. Sie sitzen in Drusen eines durch unterirdische Steinkohlenbrände schlackenähnlich veränderten thonschieferartigen Gesteins, offenbar als Producte eines feurigen Processes. Die zierlichen Krystalle haften theils auf den Wandungen größerer flachgedrückter Hohlräume, theils werden kleine runde blasenähnliche Drusen von einem Krystalle oder wenigen ganz erfüllt, so dass dieselbe Spaltungsrichtung b durch die den

klein
durc
deln
Schl
bein
weis
We
netk
phis
bar
durc
in d
Schl
Vivi
Amb
Krys
sehr
M
liegt
der
Dafs
kein
stalle
den
gewö
gelin
Prism
tet v
beka
Bezu
($\propto P$
den
lich
Kant
Win
morp

kleinen Hohlraum einnehmende krystallinische Masse hindurchgeht, eine Erscheinung, welche an die Kalkspathmandeln des Schaalsteins erinnert. Die Vivianite in diesen Schlacken und die ähnlich ausgebildeten Krystalle im Gebirge des verschütteten Bergmanns sind ein schlagender Beweis, daß sich dieselben Mineralien auf ganz verschiedenem Wege bilden können.

Die Vivianite vom Silberberg bei Bodenmais, auf Magnetkies und Kupferkies aufgewachsen, haben krystallographisch ein geringeres Interesse, da sie weder genauer meßbar noch flächenreich sind. Ihre Begrenzung wird gebildet durch das vertikale Prisma m , dazu Längs- und Querfläche, in der Endigung herrscht das schiefe Prisma v nebst der Schiefendfläche w . Aehnlich ausgebildet sind die zierlichen Vivianit-Krystalle, welche auf Brauneisenstein-Geoden von Amberg aufgewachsen sind. Auch an diesen sehr kleinen Krystallen konnte die Kante des vertikalen Prismas m als sehr nahe $= 108^\circ$ bestimmt werden.

Mit Rücksicht auf die Berichtigung der Vivianit-Winkel liegt die Vermuthung nahe, daß auch die Winkel-Angaben der Kobaltblüthe (des Erythrins) einer Correctur bedürfen. Daß dieß Mineral dem Vivianit isomorph sey, unterliegt keinem Zweifel. Während ich an mehreren Erythrin-Krystallen die Kanten $a : w$ und $v : w$ sehr nahe übereinstimmend den entsprechenden Werthen des Vivianits mit Hülfe des gewöhnlichen Goniometers fand, wollte es mir leider nicht gelingen, eine einigermaßen genaue Messung der vertikalen Prismen auszuführen. Es kann demnach hier nur angedeutet werden, daß sehr wahrscheinlich die Winkel der beiden bekannten vertikalen Prismen der Kobaltblüthe (denen mit Bezug auf das Prisma m des Vivianits die Formeln $(a : \frac{3}{4}b : \infty c)$ ($\propto P \frac{4}{3}$) und $(a : \frac{3}{4}b : \infty c)$, $\propto P \frac{3}{2}$, zukommen) gleichfalls irrig in den Lehrbüchern angegeben werden. Berechnet man nämlich aus den für diese Prismen mitgetheilten Winkeln die Kante des Grundprismas, so erhält man einen dem falschen Winkel des Vivianits ganz nahe stehenden Werth. Die Isomorphie beider Mineralien hat demnach wohl Veranlassung ge-

boten, den falschen Winkel des Vivianits auch auf die selten genau meßbaren Prismen der Kobaltblüthe zu übertragen.

30. Berichtigung der chemischen Formel des Kieselwismuths
(des Eulytins).

Unter dem Namen Wismuthblende wurde von Aug. Breithaupt (diese Ann. Bd. IX, S. 275 bis 280, 1827) eine neue Mineral-Species aufgestellt und in Bezug auf Krystallform und physikalische Eigenschaften genau beschrieben. Die chemische Kenntniß des Minerals verdanken wir K. M. Kersten (diese Ann. Bd. XXVII, S. 81 bis 97, 1833). Während Breithaupt der Ansicht war, das neue Mineral sey eine Blende und besitze die größte Aehnlichkeit mit der Zinkblende, ergaben die von Kersten ausgeführten Analysen das überraschende Resultat, daß die Wismuthblende wesentlich eine Verbindung von Kieselsäure mit Wismuthoxyd sey. Den von Breithaupt gegebenen Namen vertauschte demnach Kersten mit dem richtigeren »Kieselwismuth«, während Haidinger das neue Mineral nach seiner leichten Schmelzbarkeit und Löslichkeit »Eulytin« nannte. Kersten fand als Mittel zweier sorgsam ausgeführter Analysen für das Kieselwismuth folgende Zusammensetzung:

Wismuthoxyd 69,38. Kieselerde 22,23. Phosphorsäure 3,31. Eisenoxyd 2,40. Manganoxyd 0,30. Flußsäure und Wasser 1,01. Summe = 98,63.

Es könnte, bemerkt Kersten, diese Zusammensetzung durch die Formel $2\text{Bi} + 3\text{Si} [= 4\text{Bi}_2\text{O}_3 + 9\text{SiO}_2]$ verbunden mit etwas kieselsaurem und phosphorsaurem Eisen und Eisenfluorid bezeichnet werden. Diese Annahme setze jedoch einen etwas größern Wismuthoxydgehalt voraus, als wirklich stattfände, berücksichtige auch zu wenig die Phosphorsäure. Aus diesen Gründen schien es wohl angemessener, das Kieselwismuth als eine Verbindung eines Silicats mit basisch phosphorsauren Oxyden und einem Fluormetall zu betrachten, und seine Zusammensetzung durch die Formel

auszu-
Au
Ram
1841)
1852)

welch
24,00

In

vermu

sprech

77,61

zur C

ten D

Di

Kiesel

findet

durch

Specie

war,

besitz

D

flächig

liefer

Ausbi

Hand

ramid

vollfl

denen

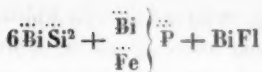
Gew

ten h

ten F

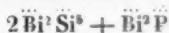
schein

Pog



auszudrücken.

Auf Grund der Kersten'schen Untersuchung wählten Rammelsberg (Handwörterbuch des chem. Theils d. Min. 1841) und G. Rose (krystallochemisches Mineralsystem 1852) für das Kieselwismuth folgende Formel:



welcher folgende Mischung entsprechen würde: Kieselsäure 24,00. Wismuthoxyd 72,29. Phosphorsäure 3,71.

In seiner »Mineralchemie« stellte später Rammelsberg vermuthungsweise die einfachere Formel auf $\ddot{\text{Bi}}^4\ddot{\text{Si}}^9$ [entsprechend der Mischung: Kieselsäure 22,39. Wismuthoxyd 77,61], indem er Phosphorsäure, Eisenoxyd etc. nicht als zur Constitution des Minerals gehörig betrachtete. Ihm folgten Des Cloizeaux und Dana.

Diese Unsicherheit in Bezug auf die Constitution des Kieselwismuths, welche in allen Lehrbüchern ihren Ausdruck findet, bot mir Veranlassung, mich eingehender mit dieser durch Form und Mischung gleich ausgezeichneten Mineral-Species zu beschäftigen. Das Ergebniss der Untersuchung war, dafs dieselbe die einfache Formel $2\text{Bi}_2\text{O}_3 + 3\text{SiO}_2$ besitze.

Das Kieselwismuth krystallisirt bekanntlich in geneigt-flächig hemiëdrischen Formen des regulären Systems und liefert ein Beispiel, wie innig vollflächige und hälftflächige Ausbildung bei demselben Mineral, häufig auf demselben Handstücke verbunden sind; indem zugleich mit reinen Pyramidentetraëdern (Trigondodecaëdern) $\frac{1}{2}(a:2a:2a)$, $\frac{202}{2}$ vollflächige Ikositetraëder ($a:2a:2a$), 202 vorkommen, an denen man kaum eine Spur der Hemiëdrie beobachten kann. Gewöhnlich stellen die Krystalle eine Combination des rechten herrschenden Pyramidentetraëders mit den untergeordneten Flächen der linken Gegenform dar. Untergeordnet erscheinen die Flächen des Würfels und selten diejenigen des

rechten Tetraëders, während ich die Flächen des linken Tetraëders nie gesehen habe. Statt der Flächen des Würfels sind oft cylindrisch gewölbte Flächen vorhanden, welche auf ein zweites rechtes Pyramidentetraëder deuten, dessen Flächen die längeren Kanten von $\frac{1}{2}(a:2a:2a)$ zuschärfen würden. An einigen Kryställchen, welche nicht gerundete, sondern scharf abgesetzte Kanten zwischen den Flächen des Würfels und der neuen Form erkennen ließen, gelang es, die letztere annähernd zu messen und als rechtes Pyramidentetraëder $\frac{1}{2}(a:5a:5a)$, $\frac{505}{2}$ zu bestimmen. Diese Form mißt in den

längeren Kanten $148^{\circ} 25'$

kürzeren Kanten $155^{\circ} 57\frac{1}{3}'$.

Selbst wenn die Flächen des rechten und des linken Pyramidentetraëders $\frac{1}{2}(a:2a:2a)$ ungefähr oder vollständig im Gleichgewichte stehen, so zeigt sich doch darin eine Spur der Hemiëdrie, daß jene cylindrische Wölbung stets auf die Flächen des rechten, nie auf diejenigen des linken Pyramidentetraëders führt. Nach Breithaupt sollen die Flächen des linken Pyramidentetraëders sich von denen der rechten Form durch geringeren Glanz unterscheiden. Die Fig. 4 zeigt eine Combination der von mir an Kieselwismuth beobachteten Formen.

Nicht ganz selten bilden die hemiëdrisch ausgebildeten Krystalle des Enlytins in der Weise Zwillinge, daß die längeren (oder tetraëdrischen) Kanten sich unter rechten Winkeln schneiden, wie es die Fig. 5 darstellt. Dieselbe Art der Zwillingbildung (vermöge welcher die Flächen des rechten Tetraëders des einen Individuums mit denjenigen des linken Tetraëders des andern zusammenfallen würden) findet sich bekanntlich auch bei andern tetraëdrischen Krystallen z. B. beim Diamant, Fahlerz etc. Neben diesem bereits von Breithaupt angegebenen Zwillingsgesetze findet sich in Lehrbüchern die Angabe, zwei resp. drei Individuen verbinden sich in der Weise, daß, indem eine der Axen des eingeschriebenen Octaëders gemeinsam ist, sich die tetraë-

drisch
soll
gelma
die A
man
offen
octaë
150°
gung
die A
E
stehen
unter
men l
tetraë
sich
Wink
= 14
Verw
sogar
tetraë
folgt
E
finden
Spalt
der f
Zinkl
jene
führt.
D
hern
durch
mitbr
wurd
0,27.
ginne

drischen Kanten unter 60° schneiden. Die Verwachsung soll »von der Würfelfläche her gesehen, einen sehr regelmässigen sechsstrahligen Stern bilden«. Untersucht man die Angabe über diese Zwillingungsverwachsung genauer, indem man die Zwillingsebene ermittelt, so ergibt sich für letztere offenbar die Fläche eines Pyramidenwürfels, dessen in den octaëdrischen Ecken gegenüberliegende Flächen sich unter 150° schneiden würden. Eine Form mit dieser Flächenneigung ist aber krystallographisch unmöglich, da ihre Flächen die Axen in irrationalen Verhältnissen schneiden müßten.

Es liegt deshalb die Vermuthung nahe, daß die in Rede stehende Verwachsung nur zufällig sey und nur annähernd unter 60° erfolge. Diefs wurde durch Messungen vollkommen bestätigt. Durchwachsen sich nämlich zwei Pyramidentetraëder $\frac{1}{2}(a : 2a : 2a)$, $\frac{2O2}{2}$, so, daß zwei längere Kanten sich unter 60° schneiden, so berechnet sich die über dem Winkel von 120° liegende einspringende Zwillingsskante $= 146^\circ 26'$. An drei scheinbar unter 60° sich kreuzenden Verwachsungen fand ich jene Kante $= 145^\circ 34'$, $148^\circ 20'$, sogar $154^\circ 40'$, woraus der Winkel, unter welchem sich die tetraëdrischen Kanten jener drei Gruppen schneiden, wie folgt berechnen: $61^\circ 41'$, $56^\circ 24'$, $44^\circ 38\frac{1}{2}'$.

Eine Spaltbarkeit des Kieselwismuths habe ich nicht auffinden können. Die ältere Angabe einer dodecaëdrischen Spaltbarkeit steht vielleicht in einer gewissen Beziehung zu der früher vermutheten Aehnlichkeit unseres Minerals mit Zinkblende, und wird, auch nachdem Kersten's Analyse jene Vermuthung längst beseitigt, in den Büchern fortgeführt.

Das spec. Gewicht beträgt bei $17^\circ \text{C.} = 6,106$; die frühern Angaben eines etwas geringern Gewichts erklären sich durch ein unvollkommenes Aussuchen des Eulytin's von dem mitbrechenden Quarz und Eisenstein. Der Glühverlust wurde in drei Versuchen bestimmt $= 0,44 \text{ Proc.}$, $0,44$ und $0,27$. Hierbei zeigte das geglühte Mineral bereits eine beginnende Schmelzung. Durch das Glühen veränderte sich

die früher bräunlichrothe Farbe in gelblichweiss. Das Mineral, zuerst durchsichtig bis durchscheinend, ist nun undurchsichtig.

In Bezug auf das Löthrohr-Verhalten erlaube ich mir auf die Angaben Kersten's a. a. O. zu verweisen, vergl. auch Plattner, Probirkunst, S. 372. Hr. Dr. Bettendorff hatte auf meine Bitte die Güte, rein ausgesuchte Krystallbruchstücke mittelst molybdänsauren Ammoniaks auf Phosphorsäure zu prüfen. Es ergab sich ein, die Angabe Kersten's, bestätigendes Resultat. Einen Gehalt an Fluor vermochte ich, im Widerspruch mit Kersten, nicht nachzuweisen. Derselbe spricht allerdings auch nur von einem »sehr geringen Angriff der Glasplatte«. Zwei Analysen des Kieselwismuths führte ich in folgender Weise aus, nachdem auf das Aussuchen des Materials viele Mühe verwandt worden war. Die Lösung des zur Bestimmung des Glühverlustes geglühten Materials geschah mittelst Chlorwasserstoffsäure, wobei die Kieselsäure sich gallertartig abscheidet. Dieselbe mufs von einer sehr geringen Menge Quarz getrennt werden, welche trotz des sorgsamsten Aussuchens bei dem Kieselwismuth geblieben war. Nachdem die gallertartige Kieselsäure bis zur Trocknifs eingedampft und abgeschieden, wurde aus dem Filtrat durch Schwefelwasserstoff das Wismuth gefällt; dann das Schwefelwismuth in Salpetersäure gelöst, durch kohlen-saures Ammoniak gefällt und als lichtgelbes Wismuthoxyd gewogen. Aus der vom Schwefelwismuth abgeschiedenen Lösung wurde, nachdem dieselbe eingeeengt und der Schwefel entfernt, durch Ammoniak das Eisenoxyd und die Phosphorsäure gefällt.

Dieser Niederschlag wurde, nachdem er geglüht und gewogen, bei Analyse II in folgender Weise behandelt. In Chlorwasserstoffsäure gelöst, mit Ammoniak gefällt, der flockige Niederschlag nach Abscheidung der salzsauren Lösung in Salpetersäure gelöst und mit einer salpetersauren Lösung von molybdänsaurem Ammoniak versetzt. Es entstand der charakteristische gelbe Niederschlag. Aus der Lösung wurde nun das Eisenoxyd durch Ammoniak gefällt,

der
gelös
Mag

An
Kie
W
Ph
Eis

V
wese
2 Pr
wah
meng
der
folgt
muth
setzu

ents
stem
den
Zusa
den
kann
Eise
man
selsä
morp
+ Z

der Phosphorsäure enthaltende Niederschlag in Ammoniak gelöst und endlich die Phosphorsäure durch schwefelsaure Magnesia und Salmiak gefällt.

Zusammensetzung des Kieselwismuths von Schneeberg.

	I.		II.	
Angew. Menge	1,233		1,444	
Kieselsäure	16,52	Ox. = 8,81	15,93	Ox. = 8,49
Wismuthoxyd	82,23	= 8,43	80,61	= 8,27
Phosphorsäure	1,15		0,28	
Eisenoxyd			0,52	
	99,90		97,34	

Vorstehende Analysen lehren, daß das Kieselwismuth wesentlich nur aus kieselurem Wismuthoxyd besteht (die 2 Proc. Verlust, welche die Analyse II aufweist, betreffen wahrscheinlich das Wismuthoxyd) und daß die Sauerstoffmengen, welche wir uns mit dem Wismuthoxyd (An. I) und der Kieselsäure (An. II) verbunden denken, gleich sind. Es folgt daraus die denkbar einfachste Formel für ein Wismuthsilicat $2\text{Bi}_2\text{O}_3 + 3\text{SiO}_2$, welche folgende Zusammensetzung erheischen würde:

Kieselsäure 16,13
Wismuthoxyd 83,87.

Die typische Formel für diese Verbindung ist $\left. \begin{matrix} \text{Si}_3 \\ \text{Bi}_4 \end{matrix} \right\} \text{O}_{12}$ entsprechend einer Trikieselsäure.

Das Kieselwismuth muß nun im chemischen Mineralsysteme eine neue und ausgezeichnete Stellung einnehmen, denn unter den natürlichen Silicaten hat keines eine analoge Zusammensetzung. Weder vom Antimon noch vom Arsen, den nächsten Verwandten des Wismuths, ist ein Silicat bekannt. Ebenso wenig findet sich ein wesentlich nur aus Eisenoxyd Silicat gebildetes Mineral. Den Zirkon betrachtet man nicht mehr wie früher, als eine Verbindung von Kieselsäure mit Zirkonerde, sondern mit G. Rose als eine isomorphe Mischung von Kieselsäure und Zirkonsäure ($\text{SiO}_2 + \text{ZrO}_2$). Auch sieht die neuere Chemie die Beryllerde

nicht mehr als ein Sesquioxyd, sondern als ein Monoxyd an. So bleiben als nächste Verwandte des Kieselwismuths nur die einfachen Thonerdesilicate übrig, unter denen (Stauroolith, Cyanit, Andalusit etc.) indess merkwürdiger Weise keines auf 3 Mol. Si, 4 Mol. Al zu enthalten scheint, obgleich diese Proportion zu der möglichst einfachen Formel führen würde.

31. Bestimmung der Krystallform des Atelestits.

Die Kieselwismuth-Krystalle von Schneeberg werden begleitet von sehr kleinen, demantglänzenden, schwefelgelben Krystallen, welche Breithaupt aufgefunden und mit dem Namen Atelestit belegt hat (s. Breithaupt, Vollst. Charact. S. 306, 1832). Die außerordentliche Kleinheit dieser Krystalle, sowie die Seltenheit ihres Vorkommens haben bisher ihre Bestimmung sowohl in krystallographischer als auch chemischer Hinsicht unmöglich gemacht. Die Angaben über den Atelestit beschränkten sich bisher darauf, daß sein Krystallsystem monoklin sey, und daß er vor dem Löthrohr die Reaction des Wismuths gäbe. Wenngleich ich der chemischen Kenntniß des Minerals nichts hinzuzufügen oder zu bestätigen vermag, so ist es mir doch gelungen, die Form zu bestimmen, Dank der Zuvorkommenheit des Hrn.⁴ Dr. Krantz, welcher mehrere Kryställchen zum Zwecke der Messung abzunehmen erlaubte. Die Messung geschah unter Anwendung einer Lichtflamme mit Hülfe des gewöhnlichen Goniometers.

Krystallsystem *monoklin*. Die Axenelemente sind folgende:

$$a : b : c = 0,869 : 1 : 1,822.$$

Axe *a* neigt sich nach vorne hinab, mit der Vertikalaxe den Winkel (α) $110^{\circ} 30'$ bildend.

Die Axenelemente wurden aus folgenden drei Messungen hergeleitet.

$$a : m' = 138^{\circ} 56'; \quad o : m' = 158^{\circ} 16'; \quad o : a = 139^{\circ} 18'.$$

Beobachtete Flächen $m = (a : b : \infty c), \infty P$

$$o = (a' : b : c), P$$

$$a = (a : \infty b : \infty c), \infty P \infty$$

$$p = (a : \frac{2}{3}c : \infty b), -\frac{2}{3}P \infty$$

$$b = (b : \infty a : \infty c), (\infty P \infty)$$

Die Fig. 6 zeigt die Ausbildung der Krystalle in schiefer Projection, 6a ist eine gerade Projection auf die Horizontalebene, 6b eine solche auf die Ebene der (in die Zeichnungen nicht eingetragenen) stets äußerst schmalen Längsfläche b . Die Krystalle sind demnach Combinationen des vertikalen rhombischen Prismas m nebst dem hintern schiefen Prisma o , sowie der vordern Schiefendfläche p und der Quersfläche a , welche beide letzteren Flächen vorherrschen.

Aus den Axenelementen wurden, unter Berücksichtigung der Flächenformeln, folgende Winkel berechnet.

	Berechnet	Gemessen ¹⁾
$m : m'$ (seitlich) =	$82^{\circ} 8'$	$82^{\circ} 16'$
$m' : p$	$= 127 \ 29$	$127 \ 28$
$a : p$	$= 143 \ 48\frac{1}{2}$	$143 \ 56$
$o : p$	$= 113 \ 52$	$113 \ 44$
$o : o'$	$= 114 \ 5\frac{1}{2}$	
Kante $\frac{o}{o'} : a$	$= 154 \ 37\frac{1}{2}$	

Die in Obigem gewählte Basis, welche durch die Combinationen $\frac{m'}{o}, \frac{m}{o'}$ bestimmt wird, bildet einen Rhombus mit den ebenen Winkeln $94^{\circ} 8'$ (an der klinodiagonalen Axe) und $85^{\circ} 52'$ (an der Orthodiagonalen). Gegen die Vertikalaxe (Kante $\frac{m}{m'}$) neigt sich

$$\text{Fläche } p = 36^{\circ} 11\frac{1}{2}', \text{ Kante } \frac{o}{o'} = 25^{\circ} 22\frac{1}{2}', \text{ Basis} = 69^{\circ} 30'.$$

Da die Tangenten dieser Winkel sich weder genau noch angenähert wie einfache Zahlen verhalten, so läßt sich die Form des Atelestits weder auf genau rechtwinklige noch annähernd rechtwinklige Axen beziehen, was bekanntlich

1) mit dem kleinen Goniometer.

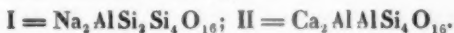
bei den meisten monoklinen Systemen der Fall ist. Die nahe Uebereinstimmung der Kanten $a:m$ ($138^\circ 56'$) und $o:a$ ($139^\circ 18'$) ist bemerkenswerth. Die Krystalle sind in der Richtung der Vertikalaxe verkürzt. Der außerordentliche Glanz der Flächen ermöglicht, trotz der sehr geringen Gröfse, die Messung. Am vollkommensten gebildet sind die Flächen des vertikalen Prismas m , sowie die Flächen o ; p und a sind oft etwas gewölbt, zuweilen indefs gleichfalls tadellos ausgebildet.

32. Ueber den Labrador aus dem Nārödal bei Gudvangen am Sognefjord (Norwegen).

Im Gebiete der Mineralchemie hat in neuerer Zeit die scharfsinnige Arbeit G. Tschermak's über die Feldspathgruppe (Sitzungsber. d. k. Ak. d. Wiss. L. Bd. 1864) mit Recht das allgemeine Interesse der Mineralogen auf sich gezogen. Im Laufe der Zeit waren zwischen dem kieselsäurereichen Orthoklas und Albit einerseits, und dem kieselsäurereichen Anorthit andererseits auf Grund der sehr vermehrten Analysen neue Species feldspathähnlicher Mineralien errichtet worden (Oligoklas, Hyalophan, Andesit, Labrador). Je mehr aber die Zahl der analysirten Vorkommnisse zunahm, um so schwieriger wurde es, dieselben unter jene Species zu begreifen, und so schienen endlich die Feldspath-Mineralien in chemischer Hinsicht eine fast ununterbrochene Reihe zu bilden, von den kieselsäurereichsten Gliedern beginnend bis zu den am meisten basischen Abänderungen.

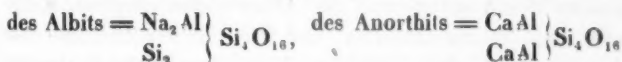
Durch zahlreiche Mittelglieder schienen auch jene älteren Species ihren Werth einzubüfsen. Indem Tschermak von jener merkwürdigen Thatsache, der Verwachsung von Orthoklas und Albit im Perthit (s. Gerhard, Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. Jahrg. 1862) ausging, suchte er in umfassender Weise die Ansicht zu begründen, dafs es nur drei als isomorph zu betrachtende Feldspath-Species gäbe, Orthoklas, Albit, Anorthit, und dafs die chemische Mischung der verschiedenen feldspathähnlichen Mineralien sich erklären lasse durch Verwachsungen, theils von Orthoklas und Albit,

theils von Albit und Anorthit, theils endlich von Orthoklas, Albit und Anorthit. Den Grund der Verwachsung, welche indeß bisher mineralogisch nur zwischen Orthoklas und Albit nachgewiesen wurde, während das Zusammenvorkommen von Albit und Anorthit wenigstens bisher noch nirgendwo beobachtet wurde, sieht Tschermak in der von ihm behaupteten Isomorphie von Albit und Anorthit. Derselbe vergleicht nämlich mit der Formel des Albits (I) die verdoppelte Formel des Anorthits (II).



Die Analogie der Formeln wird also dadurch hergestellt, daß 2 At. Na als isomorph mit 2 Ca, und Al mit 2 Si betrachtet werden.

Gegen diese Auffassung Tschermak's wendet sich in einer wichtigen Arbeit Streng (Ueber die Zusammensetzung einiger Silicate, N. Jahrb. f. Mineral. 1865, 4. u. 5. Heft) wohl nicht ohne Grund, indem er eine isomorphe Constitution jener Formeln nicht anerkennt, da weder Ca durch Na nach Al durch 2Si könne ersetzt werden. Streng sieht in den triklinen Feldspathen nicht isomorphe Mischungen zweier Endglieder (Albit und Anorthit), sondern Silicate, in denen theils Ca durch 2Na, theils CaAl durch 2Si ersetzt werden können. Demgemäß schreibt er die Formeln



und findet den Grund der Isomorphie beider Verbindungen darin, daß 2Si im Albit die Vertreter der Atomgruppe CaAl im Anorthit sind und 2Na durch Ca ersetzt werden. Streng will demnach nur zwei Feldspath-Species anerkennen, 1) den Orthoklas, 2) den Kalknatronfeldspath. »Der letztere zerfällt in eine Anzahl von Varietäten mit schwankender Zusammensetzung: Albit, Oligoklas, Labrador, Anorthit, zwischen denen aber noch andere Varietäten möglich sind.«

Auch Rammelsberg hat zur Lösung der Frage nach

der Constitution der Feldspathe einen wichtigen Beitrag geliefert. (Ueber die chemische Natur der Feldspathe, Zeitschr. d. d. geol. Ges. Jahrg. 1866). Derselbe zeigt durch Berechnung mehrerer besonders zuverlässiger Analysen von Kalknatronfeldspathen, dafs sie mehr für die Ansicht Tschermak's als für diejenige Streng's sprechen. Uebrigens anerkennt Rammelsberg weder jene von Tschermak behauptete Isomorphie von Albit und Anorthit, welche in deren Formeln ihre Begründung finden sollte, noch jene von Streng angenommene, welcher zufolge die Atomgruppe Na_2Al durch CaAl oder durch Si_2 vertreten werden könne. Rammelsberg schliesst sich also insofern enge an Tschermak's Ansicht an, als auch er die Kalknatronfeldspathe als Mischungen von Albit und Anorthit ansieht, ohne indess für ihre gleiche oder ähnliche Krystallform und ihre Verwachsungen eine Begründung zu finden weder in der Zahl nach der Gleichwerthigkeit (Aequivalenz) der jene Gränzglieder Albit und Anorthit constituirenden Atome.

Tschermak's Ansicht über die Constitution der Feldspathe, wie sie entstand aus der augenscheinlichen lamellaren Verwachsung von Orthoklas und Albit, schien ihre Begründung in der bemerkenswerthen Thatsache zu finden, dafs alle triklinen Feldspathe, deren Formeln zwischen denjenigen des Anorthits und des Albits stehen, zugleich Kalkerde und Natron enthalten, und dafs mit der Zunahme des Natrons auch der Gehalt an Kieselsäure steigt. Gewifs ist für eine grofse Zahl von Feldspathmischungen Tschermak's Ansicht oder eine dieser ähnliche in der Natur begründet (wenngleich eine Perthit-ähnliche Verwachsung zwischen Albit und Anorthit nicht beobachtet wurde), dennoch würde sie ihre Allgemeingültigkeit verlieren, wenn es gelänge einen natronfreien Labrador oder einen kalkfreien Oligoklas aufzufinden. Den erstern würde man so wenig wie den letztern durch eine Mischung oder Verwachsung von Albit und Anorthit erklären können. Vollkommen zutreffend sagt demnach Tschermak (a. a. O. S. 40) in

Bez
des
mus
bra
und
bra
Spe
aufs
S. 5
Wo
aus
gen

dur
Beo
kom
ersch
von
stitu
mit
Lab
brad
tung
2,71
oder
Neb
ich d

Kies
Thor
Kalk
Natr
Glüh

1) S

Bezug auf einen kalkfreien Oligoklas, daß er die Existenz desselben von seinem Standpunkt aus natürlich verneinen müsse. Findet sich ein solcher oder ein natronfreier Labrador, so ist jener Theorie, so scharfsinnig sie aufgestellt und vertheidigt ist, die Spitze gebrochen. Ein solcher Labrador und Oligoklas würden uns als wahre eigenthümliche Species gelten müssen, deren Mischungen wir nicht auf die äußerst complicirten Formeln, welche Streng (a. a. O. S. 519; Separatabdruck S. 32) aufstellt, beziehen würden. Wohl ist es bemerkenswerth, daß von so vielen bisher ausgeführten Analysen keine einen schlagenden Beweis gegen die Ansicht von intermediären Mischungen liefert.

Auch die Analyse des Labradors aus dem Närödal, durch welche ich um ein Minimum das bisher aufgehäufte Beobachtungsmaterial vermehren möchte, stimmt nicht vollkommen zur Formel eines natronfreien Labradors; doch erscheint sie unvereinbar mit der Annahme einer Mischung von Albit und Anorthit. Der untersuchte Labrador constituirt in grofskörnigem Gemenge theils fast allein, theils mit wenigen äußerst kleinen Diallagkörnern, den Norit oder, Labradorfels. Die schneeweissen bis gräulichweissen Labradorkörner besitzen auf ihren bis 1 Zoll grofsen Spaltungsflächen deutliche Zwillingsstreifung. Spec. Gew. = 2,714. Weder eine Spur von Eisen noch von Magnesia oder von Kali war in dem reinen Material aufzufinden. Neben die durch die Analyse gefundenen Zahlen I setze ich die aus der Labradorformel ($\text{CaAlSi}_3\text{O}_{10}$) berechneten II

	I.			II.		
Kieselsäure ¹⁾	51,24	Ox. =	27,33	5,61	53,13	28,34 6
Thonerde	31,31		14,62	3	30,34	14,17 3
Kalkerde	15,63		4,47		16,53	4,72 1
Natron	1,86		0,48	1,01	—	
Glühverlust	0,15				—	
	100,19				100,00.	

1) Si = 28. Al = 54,8. Ca = 40. Na = 23. O = 16.

Die Elementarmischung ist folgende:

	I	II
Silicium	23,91	24,79
Aluminium	16,69	16,17
Calcium	11,16	11,81
Natrium	1,38	—
Sauerstoff	46,90	47,23.

Es beträgt das Atomverhältniß

	I	II
Na : Ca	= 1 : 4,65	—
R (Na + Ca) : Al	= 1 : 0,90	1 : 1
Al : Si	= 1 : 2,805	1 : 3
R (Na + Ca) : Si	= 1 : 2,52	1 : 3

Dafs der Labrador aus Nörödal nicht als eine Mischung aus Anorthit und Albit kann angesehen werden, soll in zweifacher Weise gezeigt werden, 1) indem wir zunächst aus der Zusammensetzung des Anorthits und derjenigen des Albits eine Mischung berechnen, welche den Calcium resp. den Kalkerdegehalt des untersuchten Labradors besitzt, 2) indem wir eine Mischung jener beiden Mineralien suchen, welche dasselbe Atomverhältniß von Na und Ca darbietet, wie der analysirte Labrador. Die Formeln für



erheischen folgende Zusammensetzung

	Anorthit		Albit
Silicium	20,09	Silicium	32,01
Aluminium	19,66	Aluminium	10,44
Calcium	14,35	Natrium	8,77
Sauerstoff	43,90	Sauerstoff	48,78
	<u>100,00</u>		<u>100,00.</u>
Kieselsäure	43,05	Kieselsäure	68,59
Thonerde	36,87	Thonerde	19,59
Kalkerde	20,08	Naion	11,82
	<u>100,00</u>		<u>100,00.</u>

Eine Mischung aus Anorthit und Albit mit gleichem Cal-

cium-Gehalt, wie der Labrador aus Närödal würde folgende Zusammensetzung besitzen:

Silicium	22,74	Kieselsäure	48,72
Aluminium	17,61	Thonerde	33,03
Calcium	11,16	Kalkerde	15,62
Natrium	1,95	Natron	2,63
Sauerstoff	44,98		100,00
	98,44		

und bestehen aus 22,23 Th. Albit und 77,77 Anorthit. Es müßte demnach, wenn unser Labrador eine Mischung der beiden Mineralien in den angegebenen Proportionen seyn sollte, die Kieselsäure um 2,5 Proc. zu hoch bestimmt seyn, was unmöglich ist.

Die Analyse ergab für das Atomverhältniß von Na:Ca = 1:4,65. Das Verhältniß würde sich wiederfinden in einer Mischung von 9,3 Mol. Anorthit und 1 Mol. Albit. Eine solche Mischung würde folgende Zusammensetzung zeigen:

Silicium	22,09	Kieselsäure	47,33
Aluminium	18,10	Thonerde	33,94
Calcium	11,93	Kalkerde	16,74
Natrium	1,48	Natron	1,99
Sauerstoff	46,40		100,00
	100,00		

Diese Annahme liefert demnach ein mit der Analyse noch weniger übereinstimmendes Resultat als die obige. Der untersuchte Labrador kann demnach nicht als eine Verwachsung oder Mischung von Albit und Anorthit aufgefaßt werden, macht es vielmehr wahrscheinlich, daß ein trikliner Feldspath von der Formel $\text{CaAlSi}_3\text{O}_{10}$ als eigenthümliche Species existirt, zu welcher auch der Ersbyit Nordenskiöld's, wenn derselbe in der That ein trikliner Feldspath ist, gehören würde.

Den Labradorfels, welcher das Material zu obiger Analyse bot, sammelte ich am Fulse von Stahlheims Kleven, jener berühmten Serpentine, mittelst welcher die Bergener

Straße aus der Tiefe des Nærødals und vom Sognefjord emporsteigt. Die zähe, fast unzerstörbare Beschaffenheit des Labradorfels bedingt hier eine Kühnheit der Berggestaltung, welche wohl an keinem andern Orte Europa's wiederkehrt; wie auch das reine Labradorgemenge in ganzen Bergen, soweit mir bekannt, auf Norwegen beschränkt ist. Eine der erstaunlichsten Felsformen ist Jordalsnuten, ein 3000 Fufs hoher, unersteiglicher Felskegel, von grau-lich weißer Farbe, fast reiner Labrador. Unter dem Labradorfels lagern im Nærødal und in den Gebirgsmassen (Fjeldstykker) von Indresogne gewöhnlich Gneifs und Glimmerschiefer. Nach Th. Kjerulf besteht auch der 6600 F. hohe Felskolofs des Blaafields zwischen dem Lærdals- und dem Aurlandsfjords aus Labradorfels.

33. Ueber den Boulangerit vom Silbersand bei Mayen.

Auf alten Halden der genannten Grube finden sich faust-große derbe Erzstücke, welche ihrem äusseren Ansehen nach für eine Schwefelantimonblei-Verbindung zu halten sind, indess in Bezug auf ihre genauere Zusammensetzung bis jetzt unbekannt geblieben waren. Der frische Bruch des Erzes ist flachmuschlig bis eben, seidenglänzend, unter der Lupe gleichsam äusserst feinschuppig erscheinend. Farbe lichtgrau. Strich lebhaft metallglänzend. Härte gleich Kalkspath. Spec. Gew. = 5,935. Die lichtgraue Erzmasse umhüllt bis zoll-große Körner von brauner Blende, deutlich spaltbare Partien von lichtgelblichem Spatheisenstein, kleine Körner von Bleiglanz, dazu wenige Körner oder Krystalle von Quarz. In Folge beginnender Zersetzung nimmt das Erz zuweilen eine dunkelstahlgraue Färbung an. Dekrepitirt v. d. L. stark. Giebt im Kolben kein Sublimat. In der offenen Glasröhre erhitzt, schmilzt es und bildet einen starken weissen Beschlag von Antimonoxyd und zunächst der Probe von antimonichtsaurem Bleioxyd. Ersteres ist flüchtig und läßt sich beim Erhitzen fortreiben, letzteres nicht, es wird beim Erhitzen gelb. Die aus der Röhre steigende Luft riecht

nach schwefliger Säure. Auf der Kohle verflüchtigt sich die Substanz vollkommen, ohne merklichen Rückstand zu hinterlassen. Es bildet sich ein ringförmiger weißer, nach innen zu gelber Beschlag um die Probe. Ein Kupfergehalt wurde auch durch Schmelzen mit Phosphorsalz vergebens gesucht; es bildet sich in der äußern Flamme ein klares Glas, das auch in der innern Flamme, und wenn man Zinn zusetzt, die Farbe des Kupfers nicht hervortreten läßt.

Die Analyse I führte ich mittelst Chlorgases aus, in ähnlicher Weise wie ich (s. d. Ann. Bd. CXXXII, S. 372) beim Meneghinit verfahren. Das Chlorblei, welches in der Kugel zurückblieb, wurde in vielem Wasser gelöst, durch Schwefelwasserstoff gefällt, als schwefelsaures Bleioxyd gewogen. Schwefel und Antimon, deren flüchtige Chloride in der Vorlage gelöst, wurden in derselben Weise wie beim Meneghinit bestimmt. Es konnte keine Spur von Eisen, weder bei den flüchtigen Chloriden, noch beim Chlorblei aufgefunden werden. Auch war im Filtrat von schwefelsaurem Blei kein Kupfer nachzuweisen. Nachdem sich herausgestellt, daß keine Spur von Silber, Kupfer oder Eisen vorhanden, wurde bei der Analyse II das Erz gleichfalls im Kugelrohr durch Chlorgas zersetzt, das Blei als Chlorblei in der Kugel bestimmt. Es wurde hierbei nur eine mäßige Erhitzung angewandt. Mit Unrecht wird zuweilen das Chlorblei für nicht flüchtig gehalten: man kann es vielmehr in einem schwer schmelzbaren Glasrohre mit einem Bunsen'schen Brenner vollständig in die Vorlage treiben. Den Mineralogen ist die Flüchtigkeit des Chlorbleis bekannt, denn es findet sich als Cotunnit mit Chlornatrium und Chlorkalium unter den Fumarolenprodukten der Vesuvlava.

	I.	II.
Angew. Menge	1,605 Gr.	1,072 Gr.
Schwefel	18,62	18,51
Antimon	22,93	25,65
Blei	55,82	56,14
	<u>97,37</u>	<u>100,30.</u>

Das Antimon der Analyse I beansprucht zur

Bildung der Verbindung $\text{Sb}_2\text{S}_3 = 9,02 \text{ S.}$

Das Blei der Analyse I beansprucht zur

Bildung der Verbindung $\text{PbS} = 8,94 \text{ S.}$

Das Antimon der Analyse II beansprucht zur

Bildung der Verbindung $\text{Sb}_2\text{S}_3 = 8,68 \text{ S.}$

Das Blei der Analyse II beansprucht zur

Bildung der Verbindung $\text{PbS} = 10,09 \text{ S.}$

Die vom Antimon wie vom Blei verlangten Schwefelmengen sind demnach ungefähr gleich und ihre Summe fast gleich der direct gefundenen Schwefelmenge. Das untersuchte Erz ist demnach Boulangerit und zusammengesetzt gemäß der Formel



welche folgende Mischung erheischt:

Schwefel 18,21

Antimon 22,83

Blei 58,96

100,00.

Nach Vollendung der Analyse I vermuthete ich mit Bezug auf den Verlust den dieselbe zeigt, sowie unter Berücksichtigung der berechneten Zusammensetzung, eine zu niedrige Bestimmung des Bleis. Die Analyse II beweist, daß der Verlust der ersten Analyse, vorzugsweise auf das Antimon falle, und stellt es außer Zweifel, daß dies derbe Erz nicht genau der Formel entsprechend zusammengesetzt ist.

Die Grube Silbersand bildet die zweite Fundstätte des Boulangerits im Rheinlande; indem schon seit längerer Zeit dasselbe Mineral von Ober-Lahr zwischen Sayn und Altenkirchen bekannt ist, welches nach einer Analyse von Abendroth (s. d. Ann. Bd. XLVII, S. 493) besteht aus Schwefel = 19,05; Antimon 25,40, Blei 55,60; zu welcher Rammelsberg bemerkte, daß wahrscheinlich in Folge des früher angenommenen irrthümlichen Atomgewichts des Antimons der Gehalt an diesem Element zu hoch bestimmt ist.

Man kann den Boulangerit betrachten als eine Verbindung von 3 Mol. Bleiglanz mit 1 Mol. Antimonglanz oder 68,07 Proc. Bleiglanz und 31,93 Proc. Antimonglanz. Das spec. Gew. des erstern = 7,5, des letztern = 4,6 angenommen, würde, wenn die Verbindung ohne Volumänderung erfolgte, das spec. Gew. des Boulangerits = 6,574 betragen. Da das Gewicht des genannten Minerals indess ein geringeres ist, so muß die Verbindung von einer Ausdehnung des Volums begleitet seyn. Ein gleiches Verhalten findet auch statt in Bezug auf alle andern Schwefelantimon-Schwefelblei Verbindungen:

Zinckenit	spec. Gew. 5,32, berechnet 5,80
Plagionit	„ „ 5,4, „ 6,01
Jamesonit	„ „ 5,6, „ 6,30
Meneghinit	„ „ 6,34, „ 6,74
Geokronit	„ „ 6,5, „ 6,86.

Eine genaue „geognostisch-mineralogische und bergmännische Beschreibung der Erzlagerstätte und des Baues der Grube Silbersand bei Mayen“ verfaßte 1864 als Prüfungsarbeit (Manuscr.) Hr. Bergassessor W. Ludwig. Die Grube Silbersand baut diesen Mittheilungen zufolge wahrscheinlich auf einem Kreuzpunkte zweier im devonischen Thonschiefer aufsetzender Gänge. Die Mächtigkeit der Hauptgangmasse beträgt mit Ausschluss der Trümmer in oberer Teufe 24 Lachter. Nach der Teufe zu, nimmt die Mächtigkeit der Gangmasse bis auf wenige Fufs ab. Gangmineralien sind: Bleiglanz, Zinkblende, Fahlerz, Kupferkies und Quarz. Der Boulangerit, wie bereits erwähnt, nur aus alten Halden bekannt, wurde früher irrthümlich für Bournonit gehalten. Als secundäre Producte finden sich, gleichfalls auf alten Halden, Weissblei und Brauneisen. Das Holzwerk der alten Stollen (bereits Agricola erwähnt die Bergwerke in der Nähe von Mayen, welche damals auch Silber producirten) ist zuweilen mit Schalenblende überzogen. Indem die durch Zersetzung der Blende entstehenden Lösungen von schwefelsaurem Zinkoxyd mit dem verwesenden Holze in Berüh-

rung kamen, erfolgte wieder eine Reduction und Blende wurde neu gebildet.

34. Ueber eine neue krystallisirte Legirung des Zinks und Calciums.

Hr. Dr. Blank hierselbst stellte nach der Caron'schen Methode Verbindungen von Zink und Calcium dar. Als Product des Schmelzprocesses entstanden bei großem Ueberschusse des Zinks über das Calcium eigenthümlich krystallinische Massen, welche sich als parallel neben einander geordnete, zu Platten verbundene Quadratoktaëder darstellten. Die Analyse der Krystalle geschah durch Hrn. Dr. Bettendorff. Das Ergebniss derselben und die gemäß der Formel Zn_{12}Ca berechnete Zusammensetzung ist folgende:

	gefunden	berechnet
Zink	95,11	95,13
Calcium	4,90	4,87
	<u>100,01</u>	<u>100,00.</u>

Die kleinen Octaëder sind nur annähernd zu messen; demgemäß beträgt ihre Endkante $134\frac{1}{2}^\circ$, also die Seitenkante $66^\circ 18'$ und das Verhältniss der Nebenaxe zur Hauptaxe $= 1 : 0,4619$. Neigung der Endkante zu $c = 65^\circ 12\frac{1}{2}'$.

Die kleinen stumpfen Quadratoctaëder sind außerordentlich regelmäfsig in paralleler Stellung zu Platten miteinander verwachsen, von denen Fig. 7 eine Anschauung giebt. Dieselbe stellt eine kleine Platte von zwölf Octaëderchen dar, von denen je vier in der Richtung der Queraxe, je drei in der Richtung der Längsaxe gruppirt sind. Die zuweilen mehr als einen Quadratzoll grossen Platten bestehen aus mehreren Hunderten der zierlichsten Elementaroktaëderchen. Die Platten selbst bilden, stratenweise übereinander geschichtet, dicke mehr kubische Massen.

Kommen die Krystalle mit Wasser in Berührung, so bedecken sie sich mit Blasen von Wasserstoffgas, indem durch das Calcium der Legirung eine Zersetzung des Wassers stattfindet. Es gelingt demnach nicht, das spec. Gewicht der Legirung unter Wasser zu bestimmen. Die Be-

stimmung geschah durch Eintauchen unter Steinöl, und ergab 6,3726. (Dr. Bettendorff fand 6,369.)

Das Zink ist in reinem Zustande bekanntlich bisher nur in Formen des hexagonalen Systems beobachtet worden. Die beschriebene Legirung berechtigt wohl zu der Annahme, daß das reine Zink auch im quadratischen Systeme krystallisiren könne, weil nämlich das Calcium, von welchem in der Legirung noch nicht 5 Proc. vorhanden sind, ein mit dem Zink in mehreren Verbindungen isomorphes Metall ist, z. B. Galmei und Kalkspath, Jeffersonit und Augit.

Es darf hier daran erinnert werden, daß bereits von G. Rose krystallisirte Legirungen des Zinks sind beschrieben worden. Eine Legirung von 96 Proc. Zink mit 4 Proc. Natrium war demselben von Hrn. Wöhler übersandt worden. Diese Verbindung krystallisirt in 1 bis $1\frac{1}{2}$ Linien grossen, sehr glänzenden und glatten Würfeln (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1864, S. 360).

Früher schon hatte G. Rose in einer Notiz »Ueber die Dimorphie des Zinks« (d. Ann. Bd. CVII, S. 448) zwei Stücke »krystallisirten Messings« beschrieben, dessen Höhlungen mit, zu gestrickten Formen gruppirten Krystallen bedeckt sind. Die Krystalle sind zwar zu klein zur Messung, da aber gestrickte Formen nur bei regulären Krystallen vorkommen, so ist der Beweis für den regulären Character der Krystalle hierdurch gegeben. Zwar sind jene Krystalle nicht reines Zink, sondern mit Kupfer verbunden; da aber auch das Kupfer regulär krystallisirt, so vermuthet G. Rose, daß auch das Zink für sich regulär krystallisiren könne.

Das Zink ist demnach als ein trimorphes Metall zu betrachten: hexagonal im reinen Zustande; regulär in seiner Verbindung mit Kupfer, sowie in derjenigen mit 4 Proc. Natrium, quadratisch in der Legirung mit 4,9 Proc. Calcium.

Krystallisirte Legirungen von Zink mit Antimon stellte Josiah Cooke jun. dar (*on an apparent perturbation of the law of definite proportions observed in the compounds of zinc and antimony*, Amer. Journ. of Science 2. Series, Vol. XX. Auszug daraus diese Ann. Bd. XCVI). Nach

Cooke krystallisirt die Legirung SbZn_3 (= 56,93 Antimon, 43,07 Zink) in langprismatischen Krystallen des rhombischen Systems; die Legirung SbZn_2 (= 66,45 Antimon, 33,55 Zink) in der Combination eines rhombischen Octaëders (dessen Endkanten $95^\circ 24'$ und $118^\circ 24'$) mit der Basis. Die octaëdrischen Krystalle dieser letztern zinkärmeren Legirung sind in gleicher Weise zu Platten an einander gereiht, wie unsere Calcium-Legirung.

Erklärung der Tafel VII, Figuren 1 bis 7.

- Fig. 1 und 1a. Vivianitkrystall aus Cornwall in schiefer und gerader Projection.
- Fig. 2 und 2a. Vivianitkrystall aus Cornwall mit den neuen Flächenpaaren q und s , in schiefer und gerader Projection.
- Fig. 3 und 3a. Vivianitkrystall aus dem *Dép. de l'Allier*, Frankreich, mit der neuen Fläche g , in schiefer und gerader Projection.
- Fig. 4. Kieselwismuth- (Eulytin-) Krystall mit dem neuen Pyramidentetraëder $\frac{505}{2}$, von Schneeberg.
- Fig. 5. Kieselwismuth-Zwilling von Schneeberg.
- Fig. 6. Atelestitkrystall von Schneeberg in schiefer Projection; 6a in gerader Projection auf die Horizontalebene; 6b desgleichen auf die Ebene der Längsfläche.
- Fig. 7. Krystallgruppe einer Legirung von Zink und Calcium, Zn_{12}Ca .

Anmerkungen.

- 1) In der V. Forts. dieser Mittheilungen, Ann. Bd. CXXXII, S. 403, erwähnte ich eines Kalkspath-Krystalls vom Oberen See, umschlossen von einem neuen negativen Skalenoëder, sowie den untergeordneten Flächen des Hauptrhomböders und der Basis. Für jenes Skalenoëder, dessen beiderlei Polkanten = $147^\circ 28'$ und $112^\circ 38'$ angegeben wurden, wollte es mir damals nicht gelingen eine befriedigende Formel zu finden. Dem Scharfsinne des Hrn. Dr. Hessenberg gelang es für die neue Form das Zeichen

— $\frac{2}{3}R3$ [entsprechend = $a': \frac{2}{3}b': \frac{2}{3}a': \frac{1}{2}b: \frac{1}{2}a': \frac{2}{3}b': c$] aufzufinden. Für dieß Skalenoëder, welches Hr. Hessenberg in der

nächsten Forts. seiner Mineral. Notizen ausführlicher behandeln wird berechnen sich die beiderlei Endkanten $147^{\circ} 58\frac{1}{2}'$ und $113^{\circ} 1\frac{1}{2}'$.

- 2) In Bezug auf die Ann. zu Seite 477 Forts. VI Ann. Bd. CXXXV ermächtigt mich Hr. Des Cloizeaux zu folgender Berichtigung. In je-
ner Feldspathgruppe von Elba, s. Des Cl. Atlas Pl. XXV, Fig. 149
haben in der That die Flächen PP des Zwillings- und P des Einzel-
krystalls eine parallele Lage. Daraus folgt, daß der einspringende Win-
kel nicht $129^{\circ} 40'$ (wie im Atlas angegeben) beträgt, sondern $116^{\circ} 7'$.
»L'assemblage des trois individus, qui se fait d'ailleurs par une sur-
face ondulée, peut être regardé comme ayant lieu par le rappro-
chement d'un h^1 [k] du crystal maclé contre un $a\frac{1}{2}$ [r] du crystal
simple. Le remplissage intérieur n'est alors que de $0^{\circ} 25'$, ce qui
est bien moindre que dans l'arragonite par exemple et ce qui peut
très bien être admis, si l'on doit voir dans mon échantillon autre
chose qu'un assemblage purement accidentel.« (28. Déc. 1868.)

- 3) S. 481 Forts. VI, Ann. Bd. CXXXV mußte ich eine Abstumpfung
der Kante $x:y$ beim Feldspath von Elba unbestimmt lassen, weil die
betreffende Fläche nicht meßbar war. Mit Bezug auf dieselbe, theilt
mir Hr. Hessenberg mit: »Daß an Elbaer Feldspathen zwischen x
und y Ihre Fläche $l = \frac{7}{8} P\infty$ [bezogen auf Naumann's Grundform;
 $= (\frac{3}{4} a' : c : \infty b)$ bezogen auf die Weifs'schen Axen; s. über die Auf-
findung dieser Fläche am Adular diese Ann. Bd. CXIII, 425] wirklich
austritt, bewahrheitet sich mir an einem schönen Krystalle, wo diese
obgleich auch ein wenig cylindrische Fläche doch ein genügend gutes
Spiegelbild giebt, um ganz zutreffend gemessen werden zu können.

7. Jan. 1869.

V. Die Meteoriten in Sammlungen; von Dr. Otto Buchner.

Vierter Nachtrag.

Im dritten Nachtrag¹⁾ zu meiner unter obigem Titel er-
schienenen Schrift (Leipzig, Engelmann 1863) konnte ich, um
nicht zu viel Raum beanspruchen zu müssen, nur einen klei-
nen Theil des neuen Materials mittheilen und beschränkte

1) Diese Ann. Bd. 132, S. 311. Der erstere Nachtrag findet sich ebenda-
selbst Bd. 122, S. 317, der zweite Bd. 124, S. 569.

mich auf die *russischen* Meteoriten¹, nach den vorzüglichen Untersuchungen von A. Goebel in Petersburg. Diefsmal muß ich etwas weiter ausholen, um nicht zu sehr in Rückstand zu kommen, dabei aber in möglichst gedrängter Kürze das Neue mittheilen.

Es liegen einige neue Kataloge von Meteoritensammlungen vor, die über den Stand derselben gute Auskunft geben. Wir finden in

Wien (K.K. Hofmin. Cab.) 1868 Sept.	161 St. + 89 E. = 250.
London (Brit. Mus.) 1868 Apr. . .	161 » + 88 » = 249.
Calcutta (Geol. Surv.) 1867 Dec.	152 » + 95 » = 247.
Paris (<i>J. des Pl.</i>) 1868, Mrz. 31.	131 » + 73 » = 204.
Göttingen (Univ.) 1868 Jan. 1 . .	96 » + 74 » = 170.
Dorpat (Univ.) 1868 Jan. 1 . . .	26 » + 31 » = 87.
München (Staatsmus.) 1868 Mrz. 1	11 » + 11 » = 22.
und als jetzt wie es scheint größte Privatsammlung bei	
Nevill in Godalming, Surrey . . .	104 St. + 82 E. = 186.

Die Fortschritte, welche die Meteoritensammlungen seit den letzten Jahren gemacht, sind also sehr erfreulich. Auffallend kann seyn, dafs das Museum der *Geological Survey* in *Calcutta* eine so hohe Stufe in der Reihe der reichen Sammlungen einnimmt. Durch den Ankauf der Greg'schen Sammlung war dies möglich, dann aber kam der unermüdliche Sammeleifer Oldhams dazu, der 1867 auf einer Reise durch einen grofsen Theil von Europa die Meteoritenreihe *Calcuttas* wesentlich bereicherte. Demnächst wird das Museum der *Asiatic Society of Bengal* mit den Sammlungen der *Geolog. Survey* als *Indian Museum* verbunden seyn und dieses wird dann, nach dem letzten Stand beider Cataloge, 254 unzweifelhafte Localitäten einschließen. Doch sind diese meist nur von geringer Gröfse; der größte Stein (*New Concord*, Br. S. 104) wiegt etwa 4 Kilo und aus dem *Asiat Soc. Mus. Sherghotty*, 1865, Aug., 25 etwa 5 K.; von Eisen ist nur *Toluca* (Br. S. 139) und *Seeläsgen* (Br. S. 178) in Mengen von 2 bis 2,5 K. vertreten.

näm

vers
genSh
Pari
um
terd
Vor
meta1)
2)

Dagegen finden wir in *Paris* ¹⁾

Charcas (Br. S. 149) mit 780 K.

Caille (Br. S. 158) » 625 K.

Juncal » 104 K.

Juvinas (Br. S. 42) » 42 K.

Vouillé (» S. 54) » 15 K.

London (Brit. Mus.) dagegen besitzt

Cranbourne (Br. S. 198) 4000 K.

Tucuman (» S. 136) 700 K.

Parnallee (» S. 91) 67 K.

Wien hat den größten *Stein*, der irgendwo bewahrt wird, nämlich:

Knyahinya 279 K. Die Eisenmassen von

Agram (Br. S. 135) mit 39 K. und

Elbogen (Br. S. 151) » 78 K.

verschwinden dagegen fast gegen die schon genannten riesigen Eisenblöcke.

Im zweiten Nachtrag (S. 570) wurde berichtet über Shepards und G. Rose's neue Systeme. Daubrée in Paris, der sich überhaupt große Verdienste erworben hat um die Erforschung der Kenntniss der Meteoriten, trat unterdeß mit wieder einem neuen System hervor ²⁾, das den Vorzug großer Einfachheit hat. Er geht dabei von dem metallischen Eisen aus und theilt alle Meteoriten ein in

1) Die Meteorisen sind gesperrt gedruckt, die Meteorsteine nicht.

2) *Compt. rend.* Vol. 65, 1867, No. 2, p. 63.

- I. Sideriten mit met. Eisen.
- A) ohne Steinmassen
- Holosideren
spec. Gew. 7 bis 8.
(Charcas)
- B) mit Steinmassen
- a) Eisenschwamm
- Syfsideren
(Rittersgrün)
- b) Eisenkörner
- Sporadosideren
 α viel Eisenkörner
spec. Gew. 3 bis 7.
- Polysideren
(Sierra de Chaco)
- β wenig Eisenkörner.
- Oligosideren
(l'Aigle)
- γ Eisenkörner nicht
sichtbar.
- Kryptosideren
(Stannern).
- II. Asideriten
ohne Eisengehalt
spec. Gew. 1,9 bis 3
(Kaba)

Bo
Paris
und 4
V
früher
E
a. a.
so w
analy

(K
Stone
M
eine

(K
E
 $\frac{1}{2}$ Fuß
3 K.
und 2
und
Stück
gleich
(K

Bei weitem am häufigsten sind die Sporadosideren; in Paris kommen deren 127 auf 63 Holosideren, 9 Syssideren und 4 Asideren.

Vor Betrachtung der neuen Meteoriten sind über einige früher bekannte neue Untersuchungen mitzutheilen.

Ensisheim. 1492, Nov. (Br. S. 3.) Da die vorhandenen a. a. O. S. 4 aufgeführten Analysen sehr mangelhaft sind, so wurde von F. Crook in Göttingen der Stein aufs Neue analysirt. Er fand:

Schwefeleisen	5,642	
Eisen	8,000	}
Nickel, (Co)	1,230	
Phosphor	1,013	
Chrom Eisen	0,600	(0,191 FeO; 0,409 Cr ₂ O ₃)
Silicate	84,085	(Olivin 50,244
		Labrador 7,695
		Augit 26,146.)

(Frank Crook Diss. on the chem. Constit. of met. Stones. Göttgn. 1868).

Mauerkirchen 1768, Nov. 20 (Br. S. 8). Auch hier liegt eine neue Analyse von Crook vor; sie ergab:

Schwefeleisen	1,938	
Eisen	3,000	}
Nickel	0,745	
Kobalt	Spur	
Chrom Eisen	0,725	(Olivin 55,774
Silikate	92,331	Labrador 4,727
		Augit 31,830.)

(F. Crook a. a. O.)

Eichstädt 1785 (Br. S. 9). Das Gewicht des höchstens $\frac{1}{2}$ Fufs langen polyëdrischen Steins (nicht 1 Fufs) betrug 3 K. 900. Zwei zusammenpassende Stücke sind in München und Zürich; daran passen Stückchen in Eichstädt (91,9 Grm.) und Neuburg (201 Grm.). Alle Ecken und Kanten der Stücke sind abgerundet, die Flächen sehr uneben und ungleich.

(Frischmann N. Jahrb. Min. 1868, 467.)

Limerik (Adare), Ireland 1813, Sept. 10 (Br. S. 33)

Aus der daselbst angeführten Analyse von Apjohn berechnete Haughton als nähere Bestandtheile des Steins:

Metallisches Eisen und Nickel	23,07
Magnetkies	4,38
Chromeisen	3,34
Silikate	68,47
Alkalien und Verlust	0,74.

(Haughton *Proceed. Roy. Soc. Dublin* 1866.)

Luotolaks 1813, Dec. 13 (Br. S. 34 Nachtrag II, S. 577).

Arppe hat eine Monographie des Falls und Steins erscheinen lassen, die sehr ausführlich ist und der vorzügliche Abbildungen des Steins in Farbendruck beigegeben sind. Nach Arppe's Analyse besteht der Stein aus:

	Schwarze Körner	Grund- masse	Unlös- Theil	Löslicher Theil
Si O ₃	47,53	48,57	46,50	— ?
Al ₂ O ₃	15,21	11,61	—	9,75
Ca O	12,36	8,43	1,84	5,96
Mg O	6,65	10,70	30,34	5,97
Fe O	18,82	18,31		
Mn O	—	0,50		
K O	—	0,58	—	—
Na O				
Cr ₂ O ₃	—	1,20	—	—
Sn O ₂	0,80	0,10	0,01	—

(Arppe *Acta Soc. Scient. Fennicae VIII*, 57.)

Bachmut 1814, Febr. 15, n. St. (Br. S. 34, Nachtr. I S. 319, II, 577).

* Spec. Gewicht	3,4235	Rumler
	3,596	Maskelyne
	3,563	Kuhlberg.

Kuhlberg hat den Stein auch neu analysirt und seine Ergebnisse (a, b) nachstehend mit der Analyse von Wöhler verglichen.

	Kuhlberg		Wöhler
	a	b	
S	2,516	2,221	1,81
Fe	8,105	8,928	12,00
P	0,042	0,051	0,02
SiO ₃	40,209	38,971	33,71
FeO Cr ₂ O ₃	0,644	0,939	2,00
FeO	22,374	15,236	14,77
MgO	20,115	26,625	27,33
Al ₂ O ₃	2,884	2,554	2,78
Ni(Co)	1,195	1,293	1,09
CaO	0,069	Sp.	1,24
Mn	0,228	0,185	1,00
MnO	0,036	0,045	1,03
NaO	0,519	0,734	0,45
KO	Sp.	Sp.	0,13.

Kuhlberg berechnet daraus:

Olivin	a) 44,39 Proc.	b) 43,52 Proc.
Augit	31,86 "	30,75 "
Thonerde-Natron-Silicat	9,95 "	9,89 "

Kenngott berechnet für die 39,47 Proc. unlösliche Silicate, die Wöhler (Nachtr. I, S. 319) gefunden:

0,55 KO + 0,60 Al₂ O₃ + 2,10 Si O₃ = Orthoklas.

1,33 NaO + 1,87 " + 6,56 " = Albit

2,44 CaO + 4,47 " + 5,22 " = Anorthit

6,94 " 13,88 "

danach bleiben noch 42,11 Si O₃, 22,38 MgO, 8,35 FeO, 1,53 MnO, 0,69 CaO, welche als Enstatit berechnet auf die Menge der Basen

22,38 MgO 33,59 Si O₃

8,35 FeO 6,96 "

1,53 MnO 1,29 "

0,69 CaO 0,74 "

42,58 Si O₃

also nur eine Differenz von 0,47 Si O₃ geben. Es sind demnach die 39,47 Proc. unlöslicher Silicate Wöhler's gebildet aus

29,61 Enstatit
 4,76 Anorthit
 3,83 Albit
 11,27 Orthoklas.

(Kuhlberg Arch. f. d. Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands (1) 4, S. 20. Kennigott Uebers. d. min. Forschungen 1868, S. 437.)

Lixna 1820, Juli 12. (Br. S. 41, Nachtr. III, S. 315.)

Der ausführliche Bericht des Grafen Plater an Grotthufs über den Fall nebst Situationskarte der Fallgegend ist veröffentlicht worden.

Spec. Gew. 3,733 } Kuhlberg.
 3,721 }

Von zwei verschiedenen Steinen der dorpater Sammlung sind von Kuhlberg Analysen *a* und *b* geliefert worden:

	<i>a</i>	<i>b</i>	Mittel
S	2,204	2,052	2,124
Fe	16,324	17,572	16,948
P	0,120	0,163	0,141
SiO ₃	36,324	36,582	36,451
FeO Cr ₂ O ₃	0,759	0,632	0,695
FeO	13,929	12,385	13,154
MgO	24,540	25,606	25,073
Al ₂ O ₃	2,650	2,385	2,517
Ni	1,725	1,690	1,707
CaO	Sp.	Sp.	
Mn	0,547	0,302	0,414
MnO	0,025	0,034	0,029
NaO	0,680	0,759	0,719
KO	Sp.	Sp.	

Diese Bestandtheile vertheilen sich nach Kuhlberg folgendermaassen.

Schwefeleisen	5,841		
Phosphornickeisen	15,493		
Chrom Eisen	0,695	}	Olivin 39,526 Proc.
Silicate	77,945		Augit 32,106 Proc.
			Thonerdenatron-silicat 6,312 Proc.

(Kuhlberg Arch. f. Natk. Liv-, Est- und Kurl. (I) IV, S. 25, 33, 1865.)

Juvinas 1821, Juni 15.

Br. S. 43 ist bei der Analyse Rammelsberg's Anorthit mit 36 Proc. aufgeführt. Lang konnte einen Anorthitkrystall messen, der sich in einem Hohlraum eines Stücks im britischen Museum fand. Es war zwar nur eine äußerst kleine Spitze mit mangelhaften Flächen, aber doch gelang es, die Identität nachzuweisen.

(v. Lang Wien. Ac. Ber. 56, II, 1867, 839. Pogg. Ann. Bd. 133, 1868, S. 188. * Instit. 1868, Apr. 22, S. 136.)

Honolulu 1825, Sept. 14 (Br. S. 49).

Spec. Gew. 3,5309 Kuhlberg.

Auch diesen Stein, von welchem noch keine Analyse existirte, hat Kuhlberg zerlegt und gefunden:

Schwefel	2,29
Eisen	6,54
Phosphor	0,04
Kieselsäure	39,65
Chrom Eisen	1,35
Eisenoxydul	19,15
Magnesia	24,51
Thonerde	1,93
Nickel, Kobalt	1,63
Mangan	0,21
Natron	0,88
Kali	Sp.

Diese Bestandtheile vertheilen sich so:

Schwefeleisen	6,30		
Phosphornickeleisen	4,32		
Chrom Eisen	1,35	} Olivin	47,88 Proc.
Silikate	86,12		30,85 Proc.
			7,39 Proc.

(Kuhlberg Arch. f. Natk. Liv-, Est-, Kurl. (I) IV, 1865, S. 16 m. lith. Abb.

Umballa 1832? 1833? (Br. S. 56).

Ueber den Fall selbst, die mineralogische und chemische Constitution des Steins wissen wir immer noch nichts. In Wien und Göttingen ist die oben genannte Fallzeit nach einem älteren Katalog des brit. Museums beibehalten. Im neusten Londoner Verzeichniß aber wird 1822 bis 1823 als Fallzeit angeführt; auf welche Thatsachen hin ist nicht angegeben.

Blansko 1833, Nov. 25. (Br. S. 56).

H. Wankel in Blansko war so glücklich, 1866 unter einem Steinhäufen noch einen Stein von 8 Loth nach 33 Jahren zu finden, der zwar stark verrostet ist, aber doch noch deutlich die Schmelzrinde zeigt. Spec. Gew. 5,0. Er veröffentlicht zugleich nochmals v. Reichenbach's höchst interessante Mittheilungen über das Aufsuchen der Meteoriten, ohne von deren früherer Drucklegung Kenntniß zu haben.

(Wankel *Lotos* 1867, Mai, Juli. v. Reichenbach Pogg. Ann. Bd. 124, 1865, S. 213.)

Montréjeau, Clarac und Aufsan, 1858 Dec. 9 (Br. S. 99).

Zu den schon mitgetheilten Analysen kommt folgende von Damour und Leymerie

A) nicht magnet. Theil				B) magnet. Theil	
a) insgesamt, b) lösl., c) unlösl.					
in Essigsäure					
		54,12%	45,88%	Fe	74,41
SiO ₂	46,45	39,10	55,90	Ni	8,22
MgO	27,15	34,07	19,07	MgO	1,20

A) nicht magnet. Theil

a) insgesamt, b) lösl., c) unlösl.
in Essigsäure

FeO(NiO)	20,60	24,90	15,18
CaO	1,00	—	2,10
NaO(KO)	0,80	—	1,77
Al ₂ O ₃	2,25	—	4,86
NiO	0,43	0,81	—
Cr ₂ O ₃	0,40	—	0,90
FeO Cr ₂ O ₃	0,27	—	0,60
MnO	—	—	Sp.

B) Magnet. Theil

SiO ₃ gallert-	
artig	3,10
Silicate und	13,71
Chromeisen	
Cu	Sp.

Auch diese Analyse widerspricht den schon mitgetheilten und ist wenig werth.

(Leymerie *Act. Soc. Linn. de Bordeaux XXIII (3) III*, 1860, S. 51.)

Dhurmsala 1860, Juli 14 (Br S. 106).

Schon aus dem spec. Gewicht

3,456 Jackson

3,175 Haidinger

3,399 Haughton

geht hervor, dafs die a. a. O. nach Jackson gemachte Angabe von 43 Proc. mit dem Magnet ausziehbarer Substanz auf einem Irrthum beruhen müsse. Haughton hat eine neue Analyse geliefert:

Eisen	6,88
Nickel	1,54
Schwefeleisen . .	5,61
lösliches Silikat (A)	47,67
unlösliches (B) . .	38,30

	SiO ₃	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	KO	NaO
A.	39,75	0,29	16,99	1,38	38,47	0,10	0,28
B.	63,56	1,34	9,37	1,75	24,19	0,52	0,47

Daraus ergibt sich: Nickeleisen . . . 8,42

Schwefeleisen . . . 5,61

Chromeisen . . . 4,16?

A. Olivin, (Peridot) 47,67

B. unlösl. Silikat . 34,14

Offenbar ist hier der Gehalt an Chromeisen zu hoch angegeben.

(Haughton *Proc. R. Soc. Dublin* 1866 No. 85).

Dacca, Shytal 1863. Aug. 11 (Nachtr. I, S. 326. II, S. 585).

Seit der letzten Mittheilung hat das brit. Museum die Hauptmasse erhalten (über $\frac{1}{2}$ K.); Wien besitzt 228 Grm.

Spec. Gew. 3,55. Hein.

Nach einer Analyse von Hein besteht dieser Meteorit aus:

A. Magnet. Theil 10,75 Proc.

Fe	Ni(Co)	Cu	P	S
81,86	12,87	0,84	0,42	3,80.

B. Nicht magnetischer Theil 89,25 Proc.

S	SiO ₂	FeO	NiO	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	KO	NaO
0,34	36,39	27,41	0,98	2,91	1,29	26,32	1,11	2,37

Wird davon abgezogen FeS Schwefeleisen 0,93

Nickeisen 1,50,

so bleibt

SiO ₂	FeO	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	KO	NaO
37,90	26,69	3,03	1,34	27,41	1,16	2,47

so dafs demnach der Stein besteht aus Phosphornickeisen, Schwefeleisen und Silikaten, deren Hauptmasse ein eisenreicher Olivin bildet.

(Wien. Akad. Ber. 54, 1866, S. 558.

Nerft 1864, Apr. 12 (Nachtrag II, 587).

Die Hauptmasse befindet sich jetzt in Dorpat (10K 178); kleinere Stücke sind in Wien (140 Gr.) London (97 Grm.) und Göttingen (32 Gr.).

Grewingk erwarb sich grofse Verdienste um das Sammeln der Thatsachen bei diesem Meteoritenfall. Der Fall zweier Steine von 5 K. 639 und 4 K. 697 wurde beobachtet und der erstere noch warm aufgenommen. Beide stimmen im mineralogischen Gefüge ganz überein. Der Bruch ist gleichmäfsig blaugrau, feinkörnig, mit kugeligen Einschlüssen sehr verschiedener Gröfse, von 0,5 bis 4^{mm} Durch-

messer, weißes, manche auch wie die Grundmasse grauer Perlen, einige concentrisch weiß und grau. Phosphornickel-eisen ist sehr fein bis zu Körnchen von 2^{mm} eingesprengt, Schwefeleisen in kleinen Körnchen und Aggregaten bis zu 5 bis 6^{mm} Durchmesser. Schwarze Körnchen mit Fettglanz scheinen Hornblende oder Augit zu seyn, dagegen ist Chromeisen nur mit dem Mikroskop zu erkennen; die ganze Masse des Steins ist von Rissen und Haarspalten netzförmig durchzogen.

Kuhlberg fand als Mittel aus vier Analysen:

Schwefel	2,02	Kieselsäure	40,00
Eisen	8,36	Eisenoxydul	15,98
Phosphor	0,05	Magnesia	25,59
Chromeisen	0,65	Thonerde	3,52
Mangan	0,10	Kalk	0,05
Nickel (Cobalt)	1,32	Manganoxydul	0,03
		Kali	0,08
		Natron	0,65

und berechnete daraus den Gehalt an:

Schwefeleisen	5,56		
Phosphornickel-eisen	6,26	Olivin	46,55 Proc.
Chromeisen	0,65	Augit	29,09 "
Silikate	85,90	Thonerde-Alkali-silikat	10,26 "

Assam. Unbekannte Fallzeit; im Catalog des Brit. Mus. mit 1846 als Fundzeit aufgeführt (Br. S. 115).

Im brit. Museum findet sich die Hauptmasse mit 513 Grm. Ursprünglich war sie Eigenthum des Gouvernements, welche auch der asiat. Gesellschaft in Calcutta etwa 300 Grm. abgab. In Wien sind 188 Grm. Zu den von hier gegebenen mineralogischen Notizen könnte von London die chemische Analyse geliefert werden.

Eine Reihe von neu bekannt gewordenen Meteorstein-fällen findet sich weder in meinem Buch, noch in den drei Nachträgen. Sie folgen hier:

Hacienda Bocas San Luis Potosi, Mexiko 1804, Nov. 24.

Von dem gefallenem Stein kamen nur einige sehr kleine Stückchen an Krantz in Bonn; (London, Calcutta, Berlin) sie gleichen sehr dem Stein von Stannern.

Leonh. u. Br. N. Jahrb. Min. 1866, S. 401. Pogg. Ann. Bd. 129, S. 350.

Kaee, *Oude, Hindostan* 1838, Jan. 29 nach Sonnenuntergang.

Von diesem Stein befindet sich die Hauptmasse in *London* (209 Grm.), kleine Partien in *Paris* (1,3 Grm.) und *Calcutta*. Unter Donner und ohne Wolkenbildung fiel ein vollkommener Stein mit ziemlich ebenen Flächen. Nur sehr wenig wurde abgebrochen. Spec. Gew. 3,63. Es ist ein Chondrit, ähnlich Doroninsk (Br. S. 18) Ohaha (Br. S. 96) und Grüneberg (Br. S. 65). Auf den polirten Flächen zeigt sich viel Eisen, aber fein und dicht eingesprengt. Er enthält auch reichlich deutliche runde Kugeln, die auf dem Querschnitt sehr dunkel und glänzend sind. Der Stein ist sehr fest, gut polirbar und besteht hauptsächlich aus Olivin, Enstatit, Eisen und Troilit, letztere in ziemlich gleichem Verhältniss.

(*Phil. Mag.* 28, B. S. 149. Kenngott, Uebers. min. Forsch. 1868, S. 442.)

Dolores Hidalgo unweit *Guanajuato*, Mexiko 1844, Januar. Der Tag ist nicht bekannt. Gegen 11 Uhr Vormittags.

Von diesem Stein, der nur in sehr geringer Menge nach Europa an Krantz in Bonn kam, besitzt *Calcutta* 29 Grm. Das Niederfallen des Steins und die vorausgegangene Lichtentwicklung wurden beobachtet. Der ganze Stein hat eine ovale Form und ein ausgezeichnet krystallinisches Gefüge; er gehört zu den Chondriten. Spec. Gew. 3,095 Krantz.

(N. Jahrb. Min. 1866, 401. Pogg. Ann. Bd. 129, S. 350).

Durango bei dem Gute *Aviles* unfern des Gutes *Cuençamé*, Mexiko 1855 oder 1856 im Sommer.

Ohne dafs eine vorausgehende Feuererscheinung beobachtet wurde, fiel ein Stein nieder, schlug tief in den Boden

und wurde noch heifs aufgenommen, aber als werthlos wieder weggeworfen. Ein Stück des gröfseren Steins, wahrscheinlich ein abgebrochenes Eck in der Gröfse eines grofsen Hühnereis und 146 Grm. Gewicht, das bei besonderer Nachforschung wieder gefunden wurde, kam nach Göttingen an Wöhler.

Es ist auf drei Seiten mit schwarzer, matter kleinrunzelter Rinde bedeckt. Die graue feinkörnige Grundmasse schließt hie und da hellere Partien ein und wird dadurch gewissermaafsen porphyrartig; die eingeschlossenen schwarzen Kügelchen sind vollkommen und scharf auslösbar. Die Eisenpartikelchen sind zahlreich aber ungleich vertheilt eingesprengt. Der Stein gehört zu den Chondriten und hat mit Bremervörde (Br. S. 88) die gröfste Aehnlichkeit.

(Wöhler Göttgr. Nachr. 1867, No. 5).

Murcia, Spanien 1858 Decb. 24.

Im spanischen Annex der pariser Ausstellung 1867 war ein sehr grofser, fast ganzer Stein von parallelepipedischer Form und etwa 114 K. Gewicht von besonderem Interesse. Nur einige kleine, kein gröfseres Eck, waren abgebrochen. Die übrigen Theile sind mit Rinde bedeckt, die aber nicht mehr schwarz ist, wie sie, nach wenigen Resten zu schließen, jedenfalls war, sondern grau und mit vielen Rostflecken bedeckt. An drei Seiten sind deutlich die Haidinger'schen Orientungsstreifen aus Schmelzrinde sichtbar. Der Bruch ist stellenweise rostbraun durch Oxydation nach dem Fall, an anderen Stellen aber dunkel bis schwarz. Besonders in diesen Partien glimmern metallisch glänzende Eisentheilchen; broncegelbe Troilitkörner sind spärlich vertheilt. Auffallend sind kleine aber auferordentlich, fast metallisch glänzende krystallinische Einschlüsse, die auch kleine Adern und Geoden bilden, und bei genauer Untersuchung durchsichtig erscheinen. Vor dem Löthrohr geschmolzen geben sie die Reactionen auf Kieselsäure und Thonerde. Vielleicht ist es ein Feldspath oder ein ähnliches Mineral. Der Stein ist sehr hart und giebt unter dem Hammer Funken, auch ritzt er Glas leicht. Paris besitzt 39 Grm. davon.

Nach der Analyse von Meunier besteht er aus:

	A) in Säure lös- licher Theil	B) unlöslicher Theil	C) insge- sammt.
	74,30 Proc.	25,56 Proc.	(3,546 sp. G.)
Kieselsäure	14,98	14,24	29,22
Magnesia	18,26	9,66	27,93
Eisenoxydul	5,00	0,23	5,23
Natron	0,35	—	0,35
Kali	—	Sp.	Sp.
Kalk	0,09	—	0,09
Thonerde	—	0,51	0,51
Eisen	13,63	—	13,63
Nickel	1,36	—	1,36
Schwefeleisen	20,52	—	20,52
Chrom Eisen	0,92	—	0,92
Phosphor	—	Sp.	Sp.

Er berechnet daraus folgende Zusammensetzung:

Peridotartige Mineralien	38,69 Proc.
Pyroxenartige Min.	24,64 „
Nickeleisen	14,99 „
Chrom Eisen	0,92 „
Phosphormetalle	Sp.

(Daubrée u. Meunier *Cpt. rend. T. 66, 1868, S. 639.*)

Dorf Mexiko, Prov. Pampanga, Philippinen, 1859?.

Ein Stein, der a. a. O. gefunden wurde und 1859 gefallen seyn soll, kam nach Paris (115 Grm. London und Calcutta haben kleine Splitter).

Er gehört zum gewöhnlichen Typus der Oligosideren (Daubrée) und Chondrite (Rose), besteht aus einer wirr krystallinischen Masse von hauptsächlich Magnesiasilikaten und metallischen Körnchen, sowie zahlreichen Chromeisenkörnchen. Durch reichlich vorhandene dunkle Adern erhält er ein marmorirtes Aussehen und wird so *Chantonmay* (Br. S. 31) sehr ähnlich. Diese Adern sind bis zu 2^{mm} stark und unter Winkeln bis zu einem Rechten zu einander geneigt. Auf der geschliffenen Fläche ist zu erkennen, daß die Metallkörnchen im dunklen Theil so häufig wie im hel-

len sind; Schwefeleisen ist weniger gleichmäfsig darin vertheilt.

Spec. Gewicht 3,61 Meunier.

Auch die mikroskopische Structur ist untersucht und mitgetheilt worden. Nach Bestimmung von Meunier bleiben in Salzsäure 28,5 Proc. ungelöst; im löslichen Theil findet sich Magnesia und Eisenoxydul, wenig Nickeloxydul und sehr wenig Thonerde.

(Daubrée *Cpt. rend.* 1868, T. 66, S. 637.)

Newton County, Arkansas 1860 gefunden, Fallzeit unbekannt.

Smith erhielt nur ein aufsen verrostetes Bruchstück dieses merkwürdigen Steins, das 653 Grm. schwer war. Etwa die Hälfte besteht aus nickelhaltigem Eisen. Es würde die Masse daher wohl zu Daubrée's Polysideren zu rechnen seyn; auch stimmt sein spec. Gewicht 4,5 bis 6,1 bei verschiedenen Stücken nahe mit dem von *Sierra de Chaco* oder *Taltal* (Br. S. 131, Nachtr. II, S. 592) mit 4,1 bis 5,6. Doch ist diese Localität im Katalog von Paris (103 Grm.) merkwürdiger Weise unter den Holosideren aufgeführt. London besitzt 95 Grm.

Der steinige Theil ist sehr deutlich krystallinisch und einige der Mineralien lassen sich sehr gut einzeln unterscheiden und untersuchen. Mechanisch und durch den Magnet liefsen sich abscheiden:

Nickeisen,	Hornblende,
Chromeisen,	Olivin,
Schwefeleisen,	Kalkkarbonat.

Der letztere Bestandtheil, der als weisse Incrustation auf der Oberfläche safs, ist noch bei keinem Meteoriten gefunden worden und hier sehr wahrscheinlich als nachträgliche Bildung zu betrachten.

Wird der Stein mit dem Hammer zerschlagen, so bildet das Eisen grobe Körner von 0,26 Grm. Gewicht bis zu Flittern herab. Der mit dem Magnet ausziehbare und gereinigte Theil des Steins ergab:

Fe	Ni	Co	Cu P	Sa
91,23	7,21	0,71	Sp.	99,15.

Chromeisen läßt sich in kleinen Partikelchen und zum Theil mit einzelnen deutlichen Krystallflächen aussuchen. Schwefeleisen ist nur in sehr geringer Menge vorhanden, so daß keine Analyse desselben möglich war. Hornblende von grünlich grauer Probe (A) und Olivin in farblosen bis gelben Körnern (B) mechanisch abgetrennt ergaben bei der Analyse:

	A	B
Kieselsäure	52,10	42,02
Thonerde	1,02	0,46
Eisenoxydul	16,49	12,08
Manganoxydul	1,25	Sp.
Magnesia	29,81	47,25
Kali, Natron, Lithion	0,24	—
	100,91	101,81.

(Smith Sillim. Amer. Journ. V. 40, S. 213.)

Chili, S. Amerika. Gefunden 1860?

Diese Localität wird im Katalog des brit. Museums aufgeführt, doch läßt sich bei dieser allgemeinen Benennung nicht angeben, ob hierunter ein schon bekannter oder ein neuer Stein, über den noch nichts bekannt wurde, gemeint ist.

Dorf *Kusiali*, Kumaon, Distr. Brit. Gurhwal, Indien 1860, Juni 16, 5 Uhr Morgens.

Nach starker Lichtentwicklung und 8 bis 10 Detonationen fiel der Stein auf harten Gneißfels und zerschellte in kleine Stückchen von unter 0,5 Grm. Gewicht, viele auch kleiner. Die meisten wurden als Talismane verschleppt und nur sehr wenig konnte gerettet werden. London und Calcutta besitzen Splitter.

Nach *Maskelyne* ist es ein Chondrit mit sehr wenig Kügelchen und enthält außerdem Olivin, Augit, Labradorit, Eisen und Troilit.

(*Maskelyne*, *Phil. Mag.* 28, 1864, p. 148.)

Rutlam, *Indore*, Indien 1863, März 16.

Im Museum der *Asiat. Society* zu Calcutta befinden sich 662 Grm., doch ist weder über den Fall, noch über die

mineralogische und chemische Beschaffenheit des Steins etwas bekannt geworden.

Dolgaja Wolja, Volhynien, Rußland 1864, Juni 26.

Es fiel nur ein Stein von etwa $1\frac{1}{2}$ K., von welchem Bruchstücke von Kiew aus an verschiedene Sammlungen (Göttingen, Calcutta, Wien, Paris) gelangten. Er hat eine lichtaschgraue zusammenhängende Grundmasse mit feinen, seltener rostbraunen Flecken; fein und grob eingesprengtes Eisen und Schwefeleisen sind häufig. Die Rinde ist dick und matt. Der Stein hat größte Aehnlichkeit mit Buschhof (Nachtr. I, S. 323). Kuleschowka (Br. S. 29) u. a. Literarische Nachweise fand ich nicht.

Turakina, Wellington, Neuseeland 1864, Decb. 4, 2 Uhr Morgens.

Aus einer sehr großen Feuerkugel, deren Schweif zwei Stunden sichtbar blieb, fielen nach heftiger Detonation viele Steine zum Theil ins Meer, zum Theil auf das Land, doch ist offenbar bis jetzt nichts davon in größere Sammlungen gekommen.

(Haidinger Wien. Ak. Ber. 1865, Juni 30.)

Mouza Khoorna, Sidowra, Gorrukpore District, Indien, 1865, Jan. 19.

Im Brit. Mus. befinden sich 3 K. 578, doch ist über diese Localität noch gar nichts bekannt geworden.

Gopalpur bei Bagerhaut, Jessore, Indien 1865, Mai 23.

Die asiatische Gesellschaft besitzt 1 K. 632, London 158 Grm., Paris 58 Grm. Sonst wurde noch nichts bekannt.

Dundrum, Grafsch. Tipperary, Ireland 1865, Aug. 12, 7 Uhr Abends.

Nach einer Detonation wurde der Fall des Steins in einen Garten beobachtet. Er wurde noch warm aufgenommen und kam ins Museum des Trinity College in Dublin. Wien hat 19,4 Grm., Calcutta ein Splitterchen, London, wie es scheint, nichts.

Der Stein wog 2 K. 225, hatte eine pyramidale Gestalt mit frischem Bruch auf der Basis und drei schwarz berindete Pyramidenflächen. Offenbar ist er nur ein Stück eines

weit größeren Steins. Die drei Kanten der Pyramide sind auffallend gerade und scharf.

Spec. Gewicht 3,066 bis 3,57 Haughton. Nach der Analyse von Haughton besteht der Stein aus:

Eisen	19,57		
Nickel	0,94	1,13	
Magnetkies	4,05		
lösliche Silik. A (I, II)	33,34	32,81	
unlös. Silik. B . . .	42,10	42,44.	
	AI	AII	B
Kieselsäure	38,74	38,86	61,33
Thonerde	0,45	—	1,72
Eisenoxydul	16,55	19,74	6,06
Manganoxydul	0,15	—	0,78
Kalk	0,84	0,72	3,99
Magnesia	40,93	36,85	22,02
Kali	0,24	0,22	0,83
Natron	0,51	0,47	1,38
Verlust	1,59	3,14	1,89

Er schließt daraus auf

Nickeleisen . .	20,60
Schwefeleisen .	4,05
Chrom Eisen . .	1,50
Olivin	33,08
Unlös. Silikate	40,77.

(Haughton *Proc. R. Soc. Dublin* 1866, mit Abbildungen des Steins.)

Senhadja, 50 Kilom. N. von Aumale, unfern des Baches *Oud Sufflat*, Provinz Algier 1865, Aug. 25, 11 Uhr Mittags.

Der Fall des Steins wurde beobachtet und dieser noch sehr heiß aufgefunden. Ein Theil wurde zu Amuletten abgeschlagen. Ein zweiter Stein fiel 4800 Mtr. N. davon, und vielleicht noch andere, die nicht gefunden wurden. Paris besitzt 10 K. 014, das größte Stück mit 6 K. 728; Wien und London haben kleine Stückchen.

Spec. Gew. 3,65 Vafonne.

Den mineralogischen Charakteren nach gehört der Stein zu den häufigsten; er ist besonders ähnlich *Château Renard* (Br. S. 66), *New Concond* (Br. 104), *Tourinnes la Grofse* (Br. Nachtr. I, S. 322, 330, II, S. 585). Die aschgraue Grundmasse ritzt in feinen Körnern leicht das Glas und enthält viele Metallkörnchen eingestreut, welche 9,7 Proc. Nicleisen sind. Durch den Magnet nicht ausziehbar sind die broncegelben Körnchen von Schwefeleisen, die sich theils in Salzsäure, theils nur in Königswasser lösen; endlich schwarze Körnchen von Chromeisen, die auch Octaëderform zeigen. Grünlichgraue Kügelchen von $\frac{1}{2}$ bis 5^{mm} Durchmesser sind selten. An einigen Stellen zeigt sich eine dunklere grünlich graue Substanz, deren Bruch sich durch eine sehr feine, aber regelmäfsig faserige Structur auszeichnet, ähnlich wie am Albit von *Château Renard*; doch scheint kein Feldspath, sondern etwa Enstatit oder Bronzit zu seyn. Bemerkenswerth ist auch der Gehalt an in Wasser löslichen Salzen, darunter Chlornatrium und kohlenaures Natron.

(Daubrée *Cpt. rend.* 62, 1866, Jan. 8.)

Shergotty bei Gya, Behar, Indien 1865, Aug. 25, also an demselben Tag, wie der vorige Meteoritenfall.

Ueber das Ereignifs selbst ist nichts bekannt geworden. Im Museum der *Asiat. Society* zu Calcutta befindet sich die Hauptmasse (5 K. 614), Wien 220 Grm., London 149 Grm., Paris 91 Grm. In den gröfseren Stücken ist deutlich Nicleisen sichtbar, sowie unter dem Mikroskop gelblich grüne bis braune Krystalle. Das Eisen wurde mit dem Magnet ausgezogen und gab dann die Analyse von Crook:

Fe	Ni	S, P, Co	Fe O Cr ₂ O ₃	Silikate
8,143	1,300	Sp.	0,321	90,014

Von den letzten sind

löslich	51,374	} 89,004 Proc.
unlös.	38,630	

(Crook *Diss. chem. constit. met. Stones* Göttg. 1868.)

Muddoor, Mysore, Madras, Indien 1865, Sept. 21.

Auch über diesen Steinfeld ist noch nichts bekannt ge-

worden. Die Hauptmasse ist in Calcutta (1 K. 641), London besitzt 425 Grm., Wien 52 Grm. Der Stein ist grau und enthält Nickeleisen; unter dem Mikroskop sind durchsichtige und bräunliche Krystalle sichtbar.

Crook fand:

Fe	S	Fe	Ni	Fe O	Cr ₂ O ₃	Silik.
2,750	1,543	7,941	1,162	0,079	0,158	85,683

Letztere erkennt er als Olivin, Labrador und Augit.

(Crook Diss. Göttgn. 1868. In Jahrb. Geol. Reichsanst. Sitzber. 1866 Dec. 18, Bd. 16, S. 199 ist ein Stein von Mysore ohne Datum des Falls angeführt, der offenbar diese Localität ist.

Bubnowly, Gorukpur? Ostindien 1865.

Im brit. Museum sind drei Steine (250 Grm.), doch wurde bis jetzt nichts über die Localität bekannt.

Pokhra bei Bustee, Gorrukpure, Ostindien, nahe bei der Stelle, wo 1852 der Fall stattfand, 1866, Mai 28.

Ein Stein von rundlich pyramidalen Gestalt ohne vorspringende Kanten und Ecken und ringsum überrindet, wie es nach einer Photographie scheint, die ich von Oldham erhielt, ist in Calcutta (255 Grm.), Wien hat 27 Grm. Sonst ist noch nichts über den Stein bekannt geworden.

(Jahrb. geol. Reichsanst. Sitzungsber. 1866 Decb. 18, Bd. 16, S. 199.)

Saint Mesmin, *Dép. de l'Aube*, Frankreich 1866, Mai 30, 3 $\frac{1}{2}$ Uhr Morgens.

Eine von NW g. SO sich bewegend, weithin sichtbare Feuerkugel detonirte dreimal und warf mehr Steine zur Erde, von welchen drei in Entfernungen von 2 Kilom. bis 660 Mtr. gefunden wurden. Die Hauptmasse kam nach Paris (5 K. 286; der größte ganze Stein 4 K. 200) das Museum in Troyes hat einen Stein von 2 K. 910; kleinere Mengen sind in Wien (617 Grm.), London und Calcutta.

Spec. Gewicht 3,426 Pisani.

Die verschiedenen Steine stimmen im mineralogischen Aussehen mit einander überein. Die Rinde ist matt, schwärzlich, an verschiedenen Stellen ungleich dick. Ein Stein ist

nicht vollkommen überrindet, sondern nur in Streifen und Adern. Die Grundmasse ist grau mit weissen Partien und durchstreut mit metallischen Körnchen von Eisen und Schwefeleisen. Am nächsten kommt der Stein denen von Parnallele (Br. S. 91, Nachtr. I, S. 320; II, S. 582), Bremervörde (Br. S. 88), Honolulu (Br. S. 49, Nachtr. IV, 445), Dhurmsala (Br. 106, Nachtr. IV, 447).

Nach der Analyse von Pisani besteht der Stein aus:

	Lös. Theil		Unlös. Theil	
SiO ₂	17,00	O: 9,70	21,10	
MgO	19,54	7,80	6,10	
FeO	11,84	2,63	5,37	
NaO	1,92	0,49		
KO	—			1,21
Al ₂ O ₃	—			3,00
Fe	4,94			
Ni	0,72			
Fe ₇ S ₈	2,99			
FeOCr ₂ O ₃ —	—	—		2,18

(Daubrée *Cpt. rnd.* 62, 1866, S. 1305. Pisani ebd. S. 1326. Ray *Notice sur les Mët. de St. Mesmin. Troyes* 1866.)

Knyahinya, Comitatus Ungvar, Ungarn 1866, Juni 9, Nachmittags zwischen 4 und 5 Uhr.

Einer der merkwürdigsten Steinregen, bei welchem wohl 1000 Steine im Gesamtgewicht von 8 bis 10 Centnern auf eine elliptische Fläche mit einer Längsaxe von NO g. SW fielen. Sämmtliche Steine waren überrindet. Einer von wahrscheinlich 6 Ctr. Gewicht, überhaupt der grösste bekannte Steinmeteorit, zerbrach beim Aufschlagen; zwei zusammenpassende Stücke (279 K.) sind in Wien. Bei der Massenhaftigkeit des Falls und der rühmwerthen Freigebigkeit der Akademie in Pest besitzen alle grössere Sammlungen Handstücke.

Spec. Gew. 3,520 Haidinger.

Der Stein hat grosse Aehnlichkeit mit Okniny (Br. S. 57) Bremervörde (Br. S. 88). Kleine Kügelchen liegen sehr

zahlreich dicht neben einander; ihr Durchmesser kann bis zu $1\frac{1}{2}$ Linien steigen, doch ist er gewöhnlich kleiner. Die größeren sind auf dem Bruch graulichgelb und matt, die kleineren aschgrau, manche auch dunkler grau und etwas härter. Zwischen den Kugeln liegt Eisen und Schwefeleisen in ziemlicher Menge in meist kleinen, manchmal aber auch größeren unregelmäßig zackigen Körnern. Chromeisen ist nicht wahrnehmbar.

(Haidinger Wien. Ak. Ber. 54, S. 200 mit Karte, S. 475 weiterer sehr ausführlicher Bericht mit Abb. der Feuerkugel und des großen Steins. G. Rose Berlin. Ak. Ber. 1867, Apr., S. 203.)

Jamkheir, Bombay, Indien 1866, Oct. 5.

Im brit. Museum ist diese Localität aufgeführt; bekannt wurde nichts darüber.

Khetree, Rajpootana, Indien 1867, Jan. 19.

Im Museum der *Asiat. Society* zu Calcutta befindet sich ein Stein von 76 Grm., über welchen aber sonst nichts bekannt wurde.

(Schluß im nächsten Heft.)

VI. Ueber neue Schwefelsalze; von R. Schneider.

Es ist die allgemeine Ansicht, daß im Kupferkies und im Buntkupfererz das Eisen als Sesquisulfuret enthalten sey und daß dasselbe darin die Rolle einer schwachen Sulfosäure spiele. Die Richtigkeit dieser Ansicht, die, wenn sie auch als wahrscheinlich gelten darf, doch noch nicht als völlig erwiesen betrachtet werden kann, würde eine bedeutende Stütze erhalten, wenn es gelänge, auf künstlichem Wege Schwefelsalze darzustellen, in denen nachweislich Eisensesquisulfuret als Sulfosäure fungirt. Bis jetzt sind meines Wissens derartige Verbindungen nicht beobachtet wor-

den. Ich bin kürzlich so glücklich gewesen, eine solche aufzufinden, die auffallenderweise der Aufmerksamkeit der Chemiker bis jetzt entgangen ist. Dieselbe ist im Folgenden beschrieben.

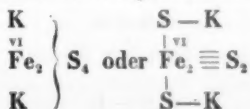
Schwefelkalium-Schwefeleisen.

Zur Darstellung dieser schönen Verbindung schmilzt man ein inniges Gemenge von 1 Theil Eisenpulver, 6 Theilen trockenem kohlenaurem Kalium und 6 Theilen Schwefel in einem etwas geräumigen Tiegel zusammen, bis die Masse in gleichmäßigen und ruhigen Fluß gekommen ist. Die erkaltete Schmelze giebt an Wasser viel Schwefelkalium und unterschwefligsaures Kalium ab unter Hinterlassung einer großen Menge dünner, biegsamer, glänzender Krystallnadeln von purpurbrauner Farbe, die auf das Innigste, ich möchte sagen filzartig mit einander verwachsen zu seyn pflegen. Diese Krystalle stellen die neue Verbindung dar. Am schönsten habe ich dieselben erhalten, als der Schmelze $\frac{1}{6}$ vom Gewichte der Pottasche an trockner Soda zugesetzt wurde. Die Ausbeute entspricht genau der angewandten Eisenmenge und sie beträgt für einen Theil Eisen etwa 2,8 Theile.

Die mit dieser Substanz nach bekannten Methoden ausgeführten Analysen haben Folgendes ergeben:

- 1) 0,603 Grm. (bei 120° getr.), durch Salzsäure zersetzt, gaben 0,305 Grm. Eisenoxyd und 0,329 Grm. schwefelsaures Kalium.
- 2) 0,778 Grm. (bei 120° getr.), durch Schmelzen mit dem doppelten Gewicht Aetzkali und dem vierfachen Gewicht Salpeter zersetzt, gaben 2,278 Grm. schwefelsaures Baryum und 0,396 Grm. Eisenoxyd.

Diese Zahlen führen zu der im Sinne der älteren Schule sich verstehenden Aequivalentformel $\text{KS}, \text{Fe}_2\text{S}_3$, die in moderner Ausdrucksweise sich folgendermaassen gestaltet:



Berechnet		Gefunden	
		I.	II.
$K_2 = 78,26$	24,59 Proc.	24,46	—
$Fe_2 = 112,00$	35,19 "	35,40	35,63
$S_4 = 128,00$	40,22 "		40,20
	<u>318,26</u>		<u>100,00.</u>

Das Schwefelkalium-Schwefeleisen bildet lange biegsame, anscheinend 2- und 1gliedrige Krystallnadeln von lebhaftem Glanz und purpurbrauner Farbe. Es ist bei gewöhnlicher Temperatur vollkommen luftbeständig. Bei freiem Luftzutritt erhitzt, verglimmt es unter reichlichem Auftreten von schwefliger Säure zu einem Gemenge von rothem Eisenoxyd und schwefelsaurem Kalium; bei Luftabschluss dagegen kann es ziemlich stark erhitzt werden, ohne eine Veränderung zu erleiden, nur färbt es sich in der Hitze etwas dunkler, nimmt aber beim Erkalten seine ursprüngliche Farbe wieder an.

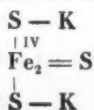
Durch Säuren, selbst stark verdünnte, wird die Verbindung mit der grössten Leichtigkeit unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff zersetzt; dabei trübt sich die Flüssigkeit stark unter Ausscheidung von Schwefel, — ein Beweis, dafs in der Verbindung eine Schwefelungsstufe des Eisens enthalten ist, die mehr Schwefel als das Einfach-Schwefeleisen enthält.

Wird das Schwefelkalium-Schwefeleisen im Strome von trockenem Wasserstoffgas bis zur Rothgluth erhitzt, so verliert dasselbe $\frac{1}{4}$ seines Schwefelgehaltes, also 1 Atom; dabei färbt es sich schwarz, behält aber Glanz und krystallinische Beschaffenheit unverändert bei.

Die Zusammensetzung des Reductions-Rückstandes ergibt sich aus Folgendem:

0,456 Grm. desselben gaben, durch Schmelzen mit Kali und Salpeter zersetzt, 1,128 Grm. schwefelsaures Baryum und 0,256 Grm. Eisenoxyd.

Diesen Zahlen entspricht die Formel: $KS, 2FeS$ oder



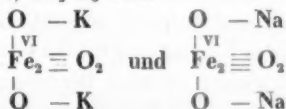
wie die folgende Zusammenstellung zeigt:

	Berechnet:	Gefunden:
$K_2 = 78,26$	27,3 Proc.	—
$Fe_2 = 112,00$	39,1 „	39,30
$S_3 = 96,00$	33,6 „	33,95
<u>286,26</u>	<u>100,0.</u>	

Es wird also unter der Einwirkung des Wasserstoffs das Eisensesquisulfuret, das allem Anschein nach in der Verbindung enthalten ist, in Sulfuret verwandelt. Dem entsprechend ist auch das Verhalten des Reductions-Rückstandes gegen verdünnte Salzsäure: er wird dadurch unter Schwefelwasserstoff-Entwicklung und fast ohne alle Ausscheidung von Schwefel zu einer klaren Flüssigkeit gelöst, die neben Chlorkalium nur Eisenchlorür enthält.

Das im Vorstehenden beschriebene Schwefelsalz kann als das Analogon der Verbindungen von Eisenoxyd mit Kali oder Natron angesehen werden, auf die schon vor längerer Zeit v. Schaffgotsch ¹⁾ aufmerksam gemacht hat. Nach v. Schaffgotsch treibt 1 Atom Eisenoxyd aus schmelzendem Alkalicarbonat 1 Atom Kohlensäure aus, sich mit dem Alkali im Verhältniß gleicher Atome verbindend. Doch ist es schwierig, diese Verbindungen völlig unzersetzt zu erhalten, da sie, wenn die Schmelze zur Entfernung des überschüssigen Alkalicarbonates mit Wasser behandelt wird, einen Theil des Alkalis an dieses abgeben. Selbst wenn man das Auswaschen anstatt mit Wasser mit einer Salmiaklösung bewirkt, enthält nach Salm-Horstmar der Rückstand bei der Kaliverbindung auf 1 Atom Eisenoxyd nur 0,8 At. Kali, bei der Natronverbindung auf 1 At. Eisenoxyd sogar nur 0,6 At. Natron.

Trotz alledem kann es kaum zweifelhaft erscheinen, daß die ursprünglichen Verbindungen nach den Formeln KO , Fe_2O_3 und NaO , Fe_2O_3 oder



1) Diese Annalen, Bd. 43, S. 117.

zusammengesetzt sind. Die Auffindung einer Schwefelverbindung von analoger Constitution möchte immerhin geeignet seyn, den vorstehenden Formeln als weitere Stütze und Empfehlung zu dienen.

Schmilzt man Eisenpulver anstatt mit Pottasche und Schwefel mit Soda und Schwefel zusammen, so erhält man nach der Behandlung der Schmelze mit Wasser ein vollkommen gleichmäßiges purpurbraunes, aus lauter kleinen zarten Nadeln bestehendes Krystallpulver, das indess außer Eisen, Natrium und Schwefel eine erhebliche Menge Sauerstoff zu enthalten scheint. Ueber diese Verbindung, mit deren Untersuchung ich eben beschäftigt bin, soll später Ausführlicheres mitgetheilt werden.

Schwefelkalium-Schwefelwismuth.

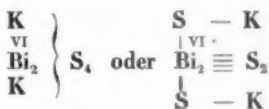
Die Erwägung, dafs in der Natur Schwefelsalze vorkommen, in denen, wie z. B. im Kupferwismuthglanz und im Kupferwismutherz, Schwefelwismuth als schwache Sulfosäure zu fungiren scheint, hat mich auch dieses Sulfuret auf sein Verhalten gegen Schwefelkalium prüfen lassen.

Schmilzt man ein inniges Gemenge von 1 Theil feingepulvertem Wismuth, 6 Theilen trockenem kohlensaurem Kalium und 6 Theilen Schwefel zusammen, bis die Masse ruhig fließt, so erhält man eine Schmelze, die nach dem Erkalten mit Wasser behandelt, eine große Menge zarter, licht stahlgrauer, lebhaft glänzender Krystallnadeln hinterläßt. Diese werden durch Waschen mit Wasser leicht völlig rein erhalten. Sie sind Schwefelkalium-Schwefelwismuth, wie die folgenden Zahlen beweisen.

- 1) 0,7255 Grm. der bei 100° C. getrockneten Krystalle gaben nach der Zersetzung durch Salpetersäure 0,541 Grm. Wismuthoxyd.
- 2) 0,447 Grm. (derselben Bereitung), durch Schmelzen mit Aetzkali und Salpeter zersetzt, gaben 0,687 Grm. schwefelsaures Baryum und 0,3315 Grm. Wismuthoxyd.
- 3) 0,854 Grm. (einer anderen Bereitung) wurden durch heisse Salzsäure unter Zusatz von etwas Salpetersäure

zersetzt; aus der Lösung wurde das Wismuth durch Schwefelwasserstoff gefällt und im Filtrat das Kalium bestimmt. Das Schwefelwismuth wurde in Wismuthoxyd verwandelt. Es wurden erhalten 0,289 Grm. schwefelsaures Kalium und 0,638 Grm. Wismuthoxyd.

Diese Zahlen entsprechen der Aequivalentformel KS_2 , die im modernen Sinne umgeschrieben die folgende Gestalt annimmt:



Berechnet:

Gefunden:

		I.	II.	III.
K_2	= 78,26 — 12,57 Proc.	—	—	12,54
Bi_2	= 416,00 — 66,85 „	66,85	66,49	66,98
S_4	= 128,00 — 20,58 „	—	21,09	
	<u>622,26</u> <u>100,00.</u>			

Die Eigenschaften des Kalium-Wismuthsulfids sind folgende: Kleine lebhaft metallglänzende Krystallnadeln von hellstahlgrauer Farbe, häufig dadurch, daß mehrere kleinere Exemplare rechtwinklich an einen größeren Krystall angewachsen sind, zu Aggregaten von kammartigem Ansehen vereinigt. Die kleineren Krystalle zeigen an den Enden gewöhnlich eine octaëdrische Zuspitzung.

Die Verbindung ist bei gewöhnlicher Temperatur vollkommen luftbeständig. Bei Luftabschluß erhitzt, verträgt sie eine ziemlich hohe Temperatur, ohne sich zu zersetzen; beim Erhitzen an der Luft dagegen verwandelt sie sich unter schwachem Verglimmen und unter Auftreten schwefliger Säure allmählich in ein schmutzig weißes Pulver, das ein Gemenge von Kaliumsulfat und basischem Wismuthsulfat zu seyn scheint. — Von Salzsäure wird die Verbindung, namentlich beim Erwärmen, leicht und vollständig unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff zersetzt.

Aus Vorstehendem ergibt sich, daß das Schwefeleisen und das Schwefelwismuth, während sie in den wässerigen

Lösungen der Schwefelalkalimetalle unlöslich sind, sich in schmelzendem Mehrfach-Schwefelkalium bei der Rothglühhitze in bedeutender Menge lösen, — ob als solche oder schon mit Schwefelkalium verbunden, darüber läßt sich schwer entscheiden. Sicher ist, daß sie nicht für sich, sondern nach einfachen stöchiometrischen Verhältnissen mit Schwefelkalium verbunden, aus der erkaltenden Schmelze herauskrystallisiren.

Dieses Verhalten des Schwefeleisens und des Schwefelwismuths hat mich veranlaßt, eine größere Zahl anderer Schwefelmetalle, die man, wie jene, häufig als positive bezeichnet, auf ihr Verhalten gegen Alkalisulfurete zu prüfen. Ich habe in dieser Richtung zahlreiche Versuche angestellt und bin zu Resultaten gelangt, die, wie ich glaube, Beachtung verdienen.

Es hat sich nämlich herausgestellt, daß die meisten schweren Metallsulfurete, die man gewöhnlich als Sulfobasen anspricht, in einem schmelzenden Gemenge von kohlen-saurem Kalium und Schwefel bei der Temperatur der Rothgluth in größerer oder geringerer Menge löslich sind. So verhält es sich außer mit Schwefeleisen und Schwefelwismuth, wie ich mich durch wiederholte Versuche überzeugt habe, mit den Sulfureten von Kupfer, Blei, Cadmium, Zink, Nickel und Kobalt.

In einzelnen Fällen krystallisirt aus diesen Lösungen beim Erkalten das reine Schwefelmetall; dies ist namentlich der Fall bei Schwefelcadmium¹⁾ und Schwefelblei, welches letztere sich aus der erkaltenden Schmelze in Formen (federförmig aneinander gereihten Nadeln) ausscheidet, die von den gewöhnlichen Formen des Bleiglanzes wesentlich verschieden sind.

Häufiger krystallisirt das gelöste Schwefelmetall in einfachen und bestimmten Verhältnissen mit Schwefelkalium verbunden. Dies ist, wie oben gezeigt wurde, das Verhal-

1) Schon Schüler (*Annal. der Chemie und Pharmazie* Bd. 87, S. 34) hat durch Erhitzen von auf nassem Wege bereiteten Schwefelcadmium mit einem Ueberschuß von kohlen-saurem Kalium und Schwefel krystallisirtes Schwefelcadmium erhalten.

ten des Schwefeleisens und Schwefelwismuths; ähnlich verhält sich unter anderen das Schwefelkupfer. Ich habe beim Zusammenschmelzen von reinem pulverförmigen Kupfer mit kohlensaurem Kalium und Schwefel eine in prachtvollen, stahlblauen, quadratischen Blättchen krystallisirende Verbindung erhalten, die neben Kupfer und Schwefel etwas über 10 Proc. Kalium enthält. Bei gleichzeitiger Anwendung von Eisen und Kupfer in bestimmten Verhältnissen krystallisirt aus der erkaltenden Schmelze eine Verbindung von blendender Schönheit, die nicht nur hinsichtlich des Glanzes und der Farbe, sondern auch hinsichtlich ihrer Zusammensetzung dem natürlichen Buntkupfererz nahesteht, die aber gleichfalls Kalium als wesentlichen Bestandtheil enthält. — Weiter habe ich auf Zusatz äquivalenter Mengen von Wismuth und Schwefelblei zur Schmelze die Bildung einer in schönen stahlgrauen Nadeln krystallisirenden Verbindung beobachtet. Auch metall. Platin (als Schwamm) giebt beim Schmelzen mit Pottasche und Schwefel eine schöne, in kleinen blaugrauen sechsseitigen Tafeln krystallisirende Verbindung.

Es ist mir bis jetzt nicht möglich gewesen, dieses reiche Untersuchungsmaterial ganz zu bewältigen und ich muß mir daher nähere Angaben für spätere Mittheilungen vorbehalten. Durch die vorstehende Veröffentlichung wünsche ich mir die weitere Bearbeitung des interessanten Gegenstandes reservirt zu haben.

Berlin, im März 1869.

VII. *Vorschlag zu fernerer Vervollkommnung des Mikroskops auf einem abgeänderten dioptrischen Wege; von J. B. Listing.*

(Aus d. Nachrichten d. K. Gesellsch. d. Wiss. zu Göttingen 1869, No. 1.)

Die ausgezeichneten Mikroskope von E. Hartnack in Paris, welche auf der letzten dortigen Ausstellung das größte

Lob geerndet, haben mich veranlaßt, ein bereits seit längerer Zeit ins Auge gefaßtes dioptrisches Princip der Construction des Mikroskops neuen Untersuchungen zu unterziehen. Die Versuche, welche ich mittelst eines der neueren Objectivsysteme des Hrn. Hartnack von mäßiger Stärke, wobei sich die beabsichtigte Steigerung der Leistung am bequemsten prüfen liefs, angestellt habe, sind von so günstigem Erfolg gewesen, daß ich glaube nicht unterlassen zu dürfen, die mit diesem Zweige vertrauten Künstler hierauf aufmerksam zu machen.

In unseren bisherigen Mikroskopen, welche in ihrer dioptrischen Anordnung dem astronomischen Fernrohr analog sind, kommt nur *ein* reelles Bild des Objectes in einem der Zwischenräume zwischen den verschiedenen das Instrument zusammensetzenden Linsen zu Stande, aus welchem durch die darauf folgenden brechenden Flächen dasjenige virtuelle Bild hervorgeht, das dem Auge dargeboten wird. Mein Vorschlag geht nun dahin, statt Eines reellen Bildes deren zwei einzuführen und auf diese Weise statt zweier drei successive Partialvergrößerungen durch das Instrument zu bewirken. Der bloßen Steigerung der Vergrößerung steht freilich dioptrisch kein Hinderniß im Wege: ich erinnere nur an die Verlängerung, die man dem Rohr ertheilen könnte, d. h. an die Vergrößerung des Abstandes zwischen Objectiv und Ocular. Die Steigerung der Leistungsfähigkeit stellt indeß neben der zu verstärkenden Vergrößerung noch andere Forderungen, die sich auf die Definition und Penetration beziehen. In letzterer Hinsicht nun waren meine früheren an Instrumenten verschiedener Herkunft vorgenommenen Versuche zwar Hoffnung erweckend, aber nicht entschieden genug, um den neuen Gedanken öffentlich zur Sprache zu bringen, während die diesmaligen Versuche unter Anwendung des Hartnack'schen Objectivsystems ein entschieden günstiges Resultat herausgestellt haben.

Die dem Mikroskop zu gebende Einrichtung wird von den mit dem Gegenstand Vertrauten am leichtesten verstanden werden, wenn man sich statt des gewöhnlichen aus zwei

Linsen bestehenden Oculars eine Linsen-Combination substituirt denkt, wie sie die meistens aus vier Linsen bestehenden Oculare der terrestrischen Fernrohre darbieten. Die beiden erwähnten reellen Bilder finden sich alsdann das eine vor der ersten Ocularlinse, das andere zwischen den beiden letzten. Die zum Ocularsystem bei den Versuchen benutzten Linsen rührten theils von Fraunhofer, theils von englischen und französischen Künstlern her: die mittelst Pleurosigma angulatum angestellten Prüfungen ergaben bei *nahezu in gleichem Schritte gesteigerter Penetration* eine Erhöhung der Vergrößerung um 20, 28, 55, 97 und 137 Proc. — im letzteren Falle freilich nicht ohne unwillkommene Beeinträchtigung der Gröfse des Gesichtsfeldes — im Vergleich mit derjenigen Vergrößerung, nämlich 300, welche das Objectivsystem (No. 7) in bisher üblicher Combination mit dem Ocular No. 3 von Hartnack bei einer Rohrlänge von 20 Centimetern darbietet. Der Vergleich dieser Versuche mit den früheren aber stellte den hohen Grad von Penetrationsvermögen der neueren Objectivsysteme des genannten Künstlers heraus, welches, in der zeitherigen Combination zum grofsen Theil gleichsam latent, bei dem hier vorgeschlagenen Modus erst zur vollen Entfaltung gelangt. Dem gegen die Neuheit des Vorschlages etwa gerichteten Einwände, dafs das Princip bei manchen mit sog. Erectoren versehenen Mikroskopen im Wesentlichen bereits angewandt worden sey, ist entgegenzuhalten, dafs in solchen Fällen, wie im sog. Präparir-Mikroskope, die Vergrößerung in der Regel nur eine geringe seyn durfte und die Erzielung eines aufrechten Bildes die Hauptsache war, während es sich hier um die Steigerung der Leistungsfähigkeit des Instruments handelt und die aufrechte Stellung der Bilder, wiewohl eine willkommene Zugabe, nur von vergleichungsweise untergeordneter Bedeutung ist.

Künstler, welche den hier zum Vorschlag gebrachten neuen Weg zu betreten gedenken, werden für die beiden ersten Glieder des Ocularsystemes mit Vortheil achroma-

tische Combinationen ¹⁾ mit Oeffnungen von 15 bis 20 Mllm. und dazwischen liegender Blende von 6 bis 9 Mllm. Weite statt einfacher Linsen wählen und den beiden letzten wesentlich die gewohnte Einrichtung des Huyghens'schen Oculars geben. Aufser der Rücksicht auf Freiheit von beiden Arten der Abweichung ist wesentlich auch die auf ein durch das ganze Gesichtsfeld planes Bild zu nehmen. Die Rohrlänge betreffend, so war in dem obigen Falle einer um 97 Proc., also nahe auf das Doppelte gesteigerten Vergrößerung die ganze Länge des Instrumentes 420 Millimeter, während eine Länge von 500 Mllm. noch keine unbequeme seyn würde, zumal wenn demselben die bei englischen Mikroskopen übliche und zweckmäßige Einrichtung der Schrägstellung gegeben wird. Bei starker Vergrößerung wird die Zuhülfenahme der in England schon seit geraumer Zeit vervollkommenen auch für schiefe Beleuchtung eingerichteten achromatischen Condenser nothwendig.

Um einen paradigmatischen Fall einer hohen Vergrößerungsziffer zu geben, nehmen wir ein Objectivsystem von 1 Mllm. äquivalenter Brennweite an. Fällt das erste reelle Bild in 200 Mllm. Entfernung vom zweiten Hauptpunkte dieses Systems und stellt das Ocularsystem für sich allein betrachtet ein Mikroskop von 25maliger Vergrößerung dar, so würde die Vergrößerung der Combination 5000 bei einer Rohrlänge von 450 Mllm.

Unerläßlich aber bleibt die Anwendung eines Objectivsystems, welches, wie die der bekannten ersten englischen Künstler oder die neueren von Hrn. Hartnack, mit der heutzutage erzielten Vervollkommenung ausgestattet sind.

Die dioptrischen Cardinalpunkte eines Mikroskopes, als

- 1) Ich möchte bei dieser Gelegenheit der zeither noch allzusehr vereinzelt Anwendung des Quarzes — natürlich unter Coincidenz der optischen Axe des Krystalls mit der geometrischen Axe der Linse — für die optischen Instrumente das Wort reden. Schon der in Vergleich zu den currenten Crownglassorten höhere Brechungsindex neben entschieden geringerer Dispersion macht auch, abgesehen von dem Vorzug der größeren Dauerhaftigkeit und optischen Unveränderlichkeit, den Quarz für diese Verwendung in hohem Grad empfehlenswerth.

eines aus beliebig vielen Linsen von gemeinsamer Axe bestehenden Systemes, ordnen sich für ein Instrument der bisher üblichen Art so wie bei einer dispansiven oder Hohl-linse ¹⁾. Bezeichnen E, E' die Hauptpunkte des ganzen Systems, F, F' die beiden Brennpunkte, G, G' die beiden Nebenkpunkte, so stehen dieselben auf der optischen Axe in der Ordnung $EFGG'FE'$, wo $EF = FG = G'F = F'E' =$ der negativen Brennweite des ganzen Systems, und das sog. Interstitium $E'E'$ nahezu der ganzen Länge des Instrumentes gleich ist. Für den Fall einer 400maligen Vergrößerung wäre (die Sehweite von 200 Mllm. zum Grunde gelegt) die Brennweite des ganzen Mikroskops — nicht zu verwechseln mit der (positiven) Brennweite des Objectivsystems — gleich negativ 0,5 Mllm. Für ein Instrument der neuen Einrichtung dagegen würde die Anordnung jener Punkte seyn $GFEE'F'G'$, die Brennweite FE wäre in diesem Falle positiv, d. h. das Mikroskop würde einer collectiven Linse von sehr kurzer Brennweite und sehr großem, auch hier der ganzen Rohrlänge nahezu gleichen Interstitium aequivalent seyn. Für den oben angeführten Fall einer 5000maligen Vergrößerung würde sich die Brennweite des ganzen Mikroskops $= +\frac{1}{25}$ Mllm. herausstellen. Dem Objectivsystem dürfte im vorigen Falle die Brennweite von 3 Mllm., in diesem von 1 Mllm. gegeben werden.

Ich füge dieser Notiz noch zwei Bemerkungen hinzu.

Die erste betrifft den Modus der Bezeichnung oder Numerirung der optischen Hauptbestandtheile des Mikroskops. Die in England seit Langem übliche Art, die Objectivsysteme nach der aequiv. Brennweite zu bezeichnen, ist empfehlenswerth, nur sollte, da man jetzt schon bis *«a twenty fourth of an inch»* und weiter vorgeschritten ist, das Millimeter statt des englischen Zolles als Einheit dienen, ein Wunsch der selbst in England um so leichter Gehör finden dürfte, als man auch dort in letzter Zeit der Annahme des metrischen Systems wenigstens für wissenschaftliche Zwecke

1) Worauf ich bereits bei anderer Gelegenheit aufmerksam gemacht habe, s. Pogg. Ann. 1866, Bd. CXXIX, S. 471.

geneigt geworden ist. Die sonst übliche Art der Bezeichnung nach Nummern ist lediglich conventionell und bei jedem Künstler anders. Hr. Hartnack hat die vormal's Oberhäuser'schen Nummern 1 bis 10 der Objective bis auf No. 18 erweitert. Es ist zu wünschen, daß jeder Verfertiger neben seiner Nummer auch die Focalweite des Systems in Millimetern angebe. Das Gleiche gilt hinsichtlich der Oculare, wobei freilich vorausgesetzt werden muß, daß deren Brennweite nach sachkundiger Methode bestimmt werde, eine Anforderung, die sich wenigstens an die Künstler ersten Ranges stellen läßt. Und ebenso wird man, falls dem gegenwärtigen Vorschlag demnächst von praktischer Seite wird Folge gegeben werden, künftig die Angabe der (negativen) Brennweite des drei- oder viergliedrigen Ocularsystems neben deren beliebigen Nummer erwarten dürfen.

Das Zweite betrifft einen bereits bei früheren Veranlassungen gemachten Vorschlag für den mikroskopischen Gebrauch überhaupt, der auch schon mehrfachen Anklang gefunden, nämlich das Tausendtel des Millimeters unter einem bequemen Namen — ich nenne es *Mikron* oder *Mikrum* und schreibe z. B. 2^{45} statt $0^{mm}00245$ — als Lineareinheit bei mikrographischen Größenangaben anzuwenden, wonach also im metrischen System vorzugsweise drei Lineareinheiten fast für alle Bedürfnisse ausreichen würden, das Meter, das Millimeter und das Mikrum, das erste für die physische Geographie, die Ingenieurwissenschaft und Architectur, das zweite für die feinere Technik und die Mehrzahl der Vorkommnisse in der Physik, das dritte für Mikrographie und physische Optik.

VIII. *Nachtrag betreffend die neue Construction des Mikroskops; von J. B. Listing.*

(Aus den Götting. Nachrichten vom Hrn. Verf. übersandt.)

In meinem neulichen der K. Gesellschaft vorgelegten Vorschlage zur Vervollkommnung des Mikroskops habe ich durch ein Beispiel in ganz abgerundeten Zahlen einen ungefähren Fingerzeig zu geben gesucht, wie auf dem vorgeschlagenen Wege die Leistung des Instrumentes wesentlich erhöht werden könne. Wenn damit die Vergrößerung vorerst auf eine vergleichungsweise mäßige Ziffer, nämlich 5000, gestellt war, welche gegenwärtig noch nicht außerhalb der Gränze dessen liegt, was auf dem bisherigen Wege bereits neuere Mikroskope erreichen, so möchte es nicht überflüssig erscheinen, jenem Paradigma nachträglich noch einige speciellere Entwürfe folgen zu lassen, durch welche die Erreichbarkeit von weitaus höheren Effecten evident werden soll. Ich werde hierbei Objectivsysteme voraussetzen, deren Brennweite nicht unter 1 Mllm. herabgeht, wiewohl deren bereits sowohl von Powell und Lealand in London ($\frac{1}{10}$ inch.) als von Hartnack in Paris mit kürzeren Brennweiten als 1 Mllm. angefertigt werden, letztere freilich nur als Immersions-Systeme. Die Vergrößerungen beziehe ich durchweg auf die Sehweite von 200 Mllm. (8 Zoll). Will man die Sehweite von 250 Mllm. (10 Zoll) zu Grunde legen, so hat man die Vergrößerungsziffer noch um 25 Proc. zu erhöhen. Den letzteren Modus befolgt die Mehrzahl der Künstler bei Angabe der Vergrößerungen der von ihnen verfertigten Mikroskope.

Zur Erleichterung des Verständnisses schicke ich den numerischen Beispielen einige der dabei zur Anwendung kommenden dioptrischen Relationen voraus. Ist f die Brennweite einer Linse oder des Aequivalents eines Linsensystems, p die Objectweite, gerechnet bis zum ersten Hauptpunkt, p' die Bildweite, gerechnet vom zweiten Hauptpunkt,

$p' : p = -m$ die lineare Vergrößerung des Bildes, verglichen mit dem Object oder mit dem als Object fungirenden zu vergrößernden Bild, wobei das negative Zeichen die umgekehrte Lage ausdrückt, falls p und p' gleiche Zeichen haben, so ist

$$p = \left(1 - \frac{1}{m}\right)f$$

$$p' = (1 - m)f.$$

Die lineare Vergrößerung m einer Linse oder einer Combination von Linsen (Lupe, Dublet, Triplet, Ramsden's oder Huguens' Ocular), welche von einem Objective, wie im einfachen Mikroskop, oder von einem reellen Bilde, wie im zusammengesetzten Mikroskop, ein dem Auge dargebotenes virtuelles Bild erzeugen, ist für die Sehweite Δ :

$$m = \frac{\Delta}{f} + 1.$$

Die aequivalente Brennweite f zweier Linsen oder zweier Linsencombinationen von den Brennweiten f' und f'' und einem Zwischenraum t (gerechnet von dem zweiten Hauptpunkt der ersten Linse bis zum ersten Hauptpunkt der zweiten Linse) ist

$$f = \frac{f'f''}{f' + f'' - t}.$$

Zur Bestimmung der Hauptpunkte der Combination, wenn das Interstitium zwischen den Hauptpunkten in beiden einzelnen Linsen durch ε' und ε'' , das Interstitium für das binäre System durch ε , ferner das Intervall vom ersten Hauptpunkt der ersten Linse bis zum ersten Hauptpunkt der Combination durch α , das Intervall vom zweiten Hauptpunkt der Combination bis zum zweiten Hauptpunkt der zweiten Linse durch α' bezeichnet wird, dienen die Ausdrücke

$$\alpha = \frac{f't}{f' + f'' - t}, \quad \alpha' = \frac{f''t}{f' + f'' - t},$$

$$\varepsilon = \varepsilon' + \varepsilon'' - \frac{tt}{f' + f'' - t}.$$

Beispiele für die neue Anordnung des Mikroskops sind nun folgende.

1. Dreifaches, mit Correction für die Deckglasdicke versehenes Objectivsystem von 1 Mlln. Brennweite. Erstes Bild in 201 Mlln. Entfernung vom zweiten Hauptpunkt. Erste Partialvergrößerung $m' = -200$. Mittelsystem, bestehend aus zwei achromatischen Linsen von je 25 Mlln. Brennweite und einem Zwischenraum $t = 15$ Mlln. Die Brennweite des Mittelstücks ergibt sich $= 18$ Mlln. Ist nun p oder die Entfernung des ersten Bildes vom ersten Hauptpunkt dieser Combination $= 20^{\text{mm}}$, so ergibt sich $p' = 180^{\text{mm}}$ für die Entfernung des zweiten Bildes vom zweiten Hauptpunkt des Mittelstücks, somit zweite Partialvergrößerung $m'' = -9$. Wenden wir jetzt successive fünf verschiedene Oculare mit folgenden Brennweiten f und Vergrößerungen m''' an, wie sie ungefähr den Nummern 1 bis 5 von Hartnack entsprechen.

	f	m'''
1.	70 ^{mm}	3,8
2.	50	5,0
3.	36	6,6
4.	24	9,3
5.	20	11,0

so ergibt sich die Totalvergrößerung für diese Oculare $m' m'' m''' = 1800 \cdot m'''$, also für

Ocular 1	Totalvergrößerung	6840 mal
2		9000
3		11880
4		16740
5		19800.

Die Rohrlänge würde etwa 44 Centimeter ausfallen.

Das Objectiv in der heute erreichten Vollkommenheit vorausgesetzt, wäre von Seiten des Künstlers das volle Maaf von Sorgfalt auf den Bau des Mittelstücks zu verwenden. Die lineare Oeffnung der beiden Linsen wären auf 15 Mlln. zu bringen und ihr gegenseitiger Abstand durch eine ähnliche Correctionsverrichtung wie bei dem Objectivsystem um kleine Gröfsen verstellbar zu machen, wodurch das Mittel zu Gebot stände, kleine Reste der beiden Arten von

Abweichungen im ersten oder sogar im letzten (virtuellen) Bild zu beseitigen oder in bester Form zu verringern. Dem ersten Bilde kommt übrigens bei der neuen Anordnung die geringere lineare Ausdehnung wesentlich zu Statten, indem die peripherischen Theile des früher auf 20 bis 30^{mm} Durchmesser ausgedehnten Bildes nunmehr bis auf oder über den halben Radius ausgeschlossen bleiben. Für diesen Mitteltheil des Mikroskops vorzugsweise dürfte der Quarz zu empfehlen seyn, combinirt mit einem niedrigen (1,61 bis 1,59) und deshalb auch beständigeren Flintglase. Die sorgfältige axiale Stellung der optischen Axe in den Quarzlinzen habe ich bereits früher betont.

2. Dreifaches Objectiv, wie im vorigen Beispiel. Seine Brennweite sey 1^{mm}, 2. Bildweite $p' = 200^{\text{mm}}$. Erste Partialvergrößerung $m' = -167$. Denken wir uns nun von einem aus zwei Linsenpaaren zusammengesetzten Objectiv ¹⁾, bestehend aus einer ersten Doppellinse von 3 Mllm. Brennweite und 2 Mllm. linearer Oeffnung und aus einer zweiten Doppellinse von 6 Mllm. Brennweite und 4 Mllm. Oeffnung, eine Copie in sechsmaliger Vergrößerung der ersten und viermaliger Vergrößerung der zweiten Linse ausgeführt und zur Herstellung des Mittelstückes verwendet, so würde dasselbe bestehen aus zwei achromatischen Linsen mit Oeffnungen von 12 und 16 Mllm., und Brennweiten von 18 und 24 Mllm. Das Intervall t sey für diese Combination = 6^{mm}, dann ergibt sich die aequ. Brennweite derselben = 12^{mm}. Setzt man nun $p = 13^{\text{mm}}$, so wird $p' = 156^{\text{mm}}$ und die zweite Partialvergrößerung $m'' = -12$. Die fünf im vorigen Beispiel erwähnten Oculare auf das zweite Bild angewandt, würden also ergeben:

Ocular 1	Totalvergrößerung	7600 mal
2		10000
3		13200
4		18600
5		22000.

Rohrlänge etwa 39 Centimeter.

1) Binäre Objective mit ähnlichen Dimensionen kommen in guten Mikroskopen vor.

3. Unter Beibehaltung des dreifachen Objectivs des vorigen Beispiels von 1,2 Mllm. Brennweite und des binären Mittelstückes von 12 Mllm. Brennweite bringen wir jetzt das zweite Bild in die Entfernung $p' = 180$, woraus $p = 12,86$ und zweite Partialvergrößerung $m'' = -14$, während die erste noch wie vorher $m' = -167$ ist. Das Product von -14 und -167 mit den obigen Ocularvergrößerungen giebt alsdann abgerundet für

Ocular	Totalvergrößerung	8800mal
2		11600
3		15400
4		21700
5		25600.

Diese Zahlen auf die Sehweite von 250 Mllm. bezogen, würden heißen bezw. 11000, 14500, 19200, 27100, 32000. Die Rohrlänge wird etwa 42 Centimeter.

Das ungläubige Staunen über Vergrößerungsziffern wie 20 oder 25tausendmal im Durchmesser dürfte zukünftig in dem Maasse allmählig abnehmen, als der angestrengte Eifer der Künstler in Betretung neuer Bahnen von immer größeren Erfolgen gekrönt seyn wird. Offenbar aber erheischt gleichzeitig der Ausbau und die weitere Vervollkommenung der sog. Condenser desto größere Aufmerksamkeit, je mehr sich die mit gesteigerter Vergrößerung nothwendig verknüpfte Verdünnung des austretenden Lichtes geltend machen wird. Die günstigste Tageshelle wird für Vergrößerungen schon von wenigen Tausend bald nicht mehr genügen und Sonnen- oder künstliches Licht in angemessener Dämpfung und Regulirung an dessen Stelle treten müssen, wie denn die Construction eigens für den mikroskopischen Gebrauch bestimmter Lampen bereits seit geraumer Zeit namentlich in England vielfache Fortschritte gemacht hat.

Mit dereinstiger Erzielung so starker Kräfte unserer Mikroskope, wie hier in Aussicht gestellt werden, tritt zugleich die Frage des mikroskopischen Sehens in ein fast ganz neues Stadium. Erwägen wir, dafs, in obigen Zeichen zu reden,

$$\frac{dp'}{dp} = mm$$

oder, dafs in dem von einem kleinen körperlichen Object erzeugten Bilde, dem wir die lineare Vergrößerung m beilegen, die mit der Mikroskop-Axe parallele Tiefendimension mm mal vergrößert erscheint und das ferner Strahlenbündel, wie sie von den jetzigen starken Objectiven aufgenommen werden, 100 bis 150mal gröfsere Oeffnungswinkel besitzen als beim Sehen mit blofsem Auge in der Entfernung von 200 Mllm., so werden wir dem, was ich die *Breite der Kanten* nennen möchte, bei Steigerung der Vergrößerung weit über die jetzt gangbaren Ziffern von 300 bis 1000 hinaus, eine bei weitem gröfsere Bedeutsamkeit beilegen müssen, als zeither der Fall gewesen. Gewifs dürfen wir uns die vollkommensten Kanten physischer Körper, z. B. an den bestausgebildeten Krystallen oder die Schärfe eines Rasirmessers, abgesehen von sonst noch vorhandenen Unregelmäfsigkeiten, als nach der Fläche eines Cylinders von kreisförmiger Basis gekrümmt vorstellen, dessen Krümmungsradius, wenn auch noch so klein, doch nicht vollkommen verschwindend ist. Bildet die Kante den Umrifs eines mikroskopisch betrachteten Körpers, so geht die erwähnte, wenn auch noch so kleine Kreisgestalt jenes Querschnittes im mikroskopischen Bilde in eine Ellipse über, in der sich die in die Richtung der Tiefendimension fallende grofse Axe zur kleinen Axe verhält wie $m : 1$. Setzen wir, um die Vorstellungen zu fixiren, beispielsweise für eine im Contour gelegene möglichst vollkommene physische Kante den Durchmesser des osculirenden Cylinders gleich ein Milliontel Millimeter ($= 0,001$), so würde in einem 12000mal vergrößerten Mikroskop-Bilde an die Stelle der scharfen Kante eine sehr flach abgerundete, fast ebene Abstumpfungsfläche von 144 Mllm. Breite treten. Beim Sehen mit Lichtkegeln von 100 oder 150mal gröfserer Oeffnung als beim blofsen Auge würde das scharfe Bild der als Contour fungirenden Längslinie der verbreiterten Kante, auf welche das Mikroskop eingestellt ist, durch die undeutlichen Bilder anderer diessseits oder jenseits des Focus liegender Längslinien der Kantenbreite nicht unmerklich gestört erscheinen und

die Definition des Bildes beeinträchtigt seyn, ein Einfluss, für welchen optisch keine völlige Abhülfe möglich. Ohne hier tiefer in diese Frage einzugehen, leuchtet schon aus dieser kurzen Andeutung ein, dafs wir in der Vervollkommnung des Mikroskops bis zu solchen Graden, wie sie hier zur Sprache gebracht worden, wesentlich mehr auf realisirbare Fortschritte des Auflösungsvermögens als der Definition werden rechnen dürfen. Den Anforderungen in letzterer Beziehung genügen in der Regel schon unsere heutigen Mikroskope bei den bisher in Gebrauch stehenden Vergrößerungen, und soll, wie dies specielle, z. B. anatomische Zwecke bei der Anwendung des optischen Werkzeugs erforderlich machen können, die Definition und mit ihr die mindere Beschränkung der Wahrnehmbarkeit der Structurverhältnisse des Objects in mäßiger Tiefenerstreckung bei gesteigerter dioptrischer Kraft in vorzüglicherem Grade als das Auflösungsvermögen berücksichtigt werden, so kann dahin nur durch Beschränkung des Oeffnungswinkels hingearbeitet werden, dessen Erweiterung zeither vorzugsweise als das wesentlichste Mittel zur Steigerung der Penetration angesehen worden ist. Ueber bisjetzt unlösbare Fragen aber hinsichtlich des Details im Bau und der Textur organischer wie unorganischer Körper verspricht die Förderung des Auflösungsvermögens der Mikroskope auf dem in Rede stehenden neuen Wege wesentliche Aufschlüsse.

Die Besprechung der Einrichtung accessorischer Bestandtheile zu möglichst vollständiger Verwerthung der gemachten Vorschläge mufs fernerer Mittheilungen vorbehalten bleiben.

IX. Ueber die Erlangung einer schönen Patina auf Broncen in grossen Städten.

In fast allen grossen Städten, besonders in solchen, wo Kohlen als Brennmaterial dienen, hat man die Erfahrung gemacht, dafs auf öffentlichen Plätzen aufgestellte Broncen, statt sich mit einer Patina zu bekleiden, ein schmutziges, dunkles, dem Gufseisen ähnliches Ansehn erhalten. Der Wunsch, diesem Uebelstande zu begegnen, hat den hiesigen Verein zur Beförderung des Gewerblleisses in Preussen veranlafst, vergleichende Versuche anstellen zu lassen, um womöglich eine Abhülfe zu finden.

Zunächst hat man die Frage zu beantworten gesucht, ob eine bestimmte Zusammensetzung der Bronze die Annahme einer schönen Patina bedinge. Zu dem Ende sind von zehn, durch besonders schöne Patina ausgezeichneten Broncen, die sich an verschiedenen Orten befinden, kleine Proben entnommen und analysirt worden. Jede dieser Proben wurde getheilt und zwei verschiedenen, anerkannten Chemikern zur Analyse übergeben. Die Ergebnisse derselben sind in den Verhandlungen des Vereins für das Jahr 1864 veröffentlicht. Sie haben gezeigt dafs die untersuchten Broncen von sehr verschiedener Zusammensetzung sind. Der Kupfergehalt schwankt in ihnen von 94 bis zu 77 Proc. Die Menge des Zinns steigt in einer derselben bis zu 9 Proc. in andern beträgt sie nur 4 Proc. und einzelne enthalten nicht mehr als 0,8 Proc. Zinn; dagegen bis zu 19 Proc. Zink. Ebenso schwanken die andern zufälligen Beimischungen wie Blei, Eisen, Nickel. Bei der verschiedensten Zusammensetzung besitzen diese Broncen sämmtlich eine sehr schöne grüne Patina. Es wäre möglich, dafs die Zusammensetzung einen Einfluss auf die Zeit übt, innerhalb welcher die Broncen, unter übrigens gleichen Umständen, sich mit der Patina bekleiden, dafs aber bei der verschiedensten Zusammen-

setzung die Annahme der Patina erfolgen kann, darüber lassen die erwähnten Analysen keinen Zweifel.

Um andere Einflüsse bei der Annahme der Patina kennen zu lernen, wurde eine Anzahl von Büsten aus Bronze an einer Stelle in der Stadt aufgestellt, wo besonders ungünstige Exhalationen stattfinden, und wo verschiedene, ganz in der Nähe befindliche Bronze-Statuen, ohne eine Spur von Patina anzusetzen, das oben erwähnte unangenehme, schwarze Aeufßere angenommen haben.

Durch die Beobachtung, daß an mehreren öffentlichen Denkmälern, die dem Publikum zugänglichen Stellen, welche vielfach mit den Händen befaßt werden, eine, wenn auch nicht grüne, doch aber sonst alle schönen Eigenschaften besitzende Patina angenommen haben, während alle übrigen Stellen schwarz und unansehnlich sind, kam die, mit der Untersuchung beauftragte Commission auf die Vermuthung, daß wahrscheinlich das Fett eigenthümlich bei der Bildung der Patina mitwirke. Es wurde deshalb eine der aufgestellten Büsten jeden Tag, mit Ausnahme der Regentage mit Wasser abgespritzt, um sie rein zu erhalten und außerdem jeden Monat ein Mal mit Knochenöl in der Weise behandelt, daß das mit einem Pinsel aufgebrachte Oel sogleich mittelst wolener Lappen wieder abgerieben wurde. Eine zweite Büste wurde ebenfalls täglich mit Wasser gereinigt, erhielt aber kein Oel. Bei einer dritten ebenfalls täglich mit Wasser gereinigten wurde die Behandlung mit Oel nur zwei Mal des Jahres vorgenommen. Die vierte blieb zum Vergleich ungereinigt und überhaupt ganz unberührt.

Die erste und die zuletzt genannte Büste sind seit 1864 aufgestellt und auf die angegebene Weise behandelt, die dritte und vierte seit Anfang 1866. Es hat sich an ihnen die erwähnte Voraussicht von der Wirkung des Fetts auf das unzweifelhafteste bestätigt.

Die monatlich mit Oel behandelte hat eine dunkelgrüne Patina angenommen, die von allen Kunstverständigen für sehr schön erklärt wird. Die nur zwei Mal des Jahres mit Oel abgeriebene hat ein weniger günstiges Ansehen, und

die nur mit Wasser gereinigte hat nichts von der schönen Beschaffenheit, welche die Bronzen durch Ansetzen der Patina erhalten. Die gar nicht gereinigte ist ganz unansehnlich, stumpf und schwarz.

Man kann hiernach als sicher ansehen, dafs, wenn man eine öffentlich aufgestellte Bronze monatlich, nachdem sie gereinigt worden, mit Oel abreibt, sie eine schöne Patina annehmen wird.

In wie weit dieses Abreiben, das bei gröfseren Monumenten so häufig schwer auszuführen ist, sich wird beschränken lassen, darüber sollen fortgesetzte Versuche entscheiden, die durch die Büste, welche nur zwei Mal jährlich mit Oel behandelt wird, bereits eingeleitet sind. Ausserdem hat der Verein noch zwei neue durch chemische Mittel künstlich patinirte Bronzen aufstellen lassen, um zu erfahren, wie diese sich bei ähnlicher Behandlung bewähren.

Wodurch das Oel bei der Bildung der Patina wirkt, ist nicht mit Sicherheit anzugeben. So viel haben die Versuche gezeigt, dafs jeder Ueberschufs an Oel zu vermeiden ist, und dafs man das aufgebrauchte sogleich mit einem Lappen so weit als möglich wieder entfernen mufs. Bleibt überschüssiges Oel zurück, so setzt sich darin Staub fest, und die Bronze erhält ein schlechtes Aussehen. Dafs die zurückbleibende geringe Menge von Oel eine chemische Verbindung mit der Oxydschicht der Bronze eingehe, ist nicht anzunehmen, besonders da sich Knochenöl so gut wie Olivenöl bei diesen Versuchen bewährt hat. Wahrscheinlich wirkt die dünne Schicht des Oels nur dadurch, dafs sie das Anhaften von Feuchtigkeit hindert, durch die sich leicht Staub befestigt, der Gase und Dämpfe absorbirt, und in dem häufig Vegetationen sich bilden. Allein in welcher Weise es auch wirken mag, soviel haben die erwähnten Versuche ergeben, dafs das Fett wesentlich zur Bildung der Patina beiträgt.

Voraussichtlich wird es sich auch noch in anderer Beziehung bewähren. Man hat nämlich die wenig erfreuliche Beobachtung gemacht, dafs mit einer schönen Patina be-

deckte Bronzen an den Stellen, wo sich Wasserläufe auf ihnen bilden, eine weisse, undurchsichtige, kreideartige Oberfläche annehmen, die im Laufe der Zeit mehr und mehr durch das Wasser fortgespült wird. Eine richtige Behandlung mit Oel wird ohne Zweifel gegen die Bildung dieser kreideartigen Stellen schützen, doch können darüber nur lang fortgesetzte Versuche entscheiden.

Jedenfalls berechtigt die Anwendung des Oels zu der Hoffnung, daß man fortan auch in größeren Städten wird schön patinirte öffentliche Bronzedenkmäler erhalten können. Sie werden da wo Kohlen das ausschließliche Brennmaterial bilden, nicht hellgrün, sondern dunkel, vielleicht sogar schwarz erscheinen, allein sie werden die übrigen schönen Eigenschaften der Patina, die eigenthümlich durchscheinende Beschaffenheit der Oberfläche besitzen.

X. *Ueber das galvanische Verhalten des Palladiums; von J. C. Poggendorff.*

(Aus den Monatsberichten der Akad. 1869 Febr.)

In seiner merkwürdigen Arbeit über das Hydrogenium hat Hr. Graham unter Anderem gezeigt, daß das Palladium, wenn es Wasserstoff aufnimmt, sich ausdehnt, und wenn es denselben entläßt, sich zusammenzieht, anscheinend stärker als es sich zuvor ausgedehnt hatte. Ein Palladiumdraht, der anfangs 609^{mm},144 maafs, und sich durch Einsaugung von Wasserstoff um 9^{mm},77 verlängert hatte, kam nach Vertreibung des Gases auf 599^{mm},444 zurück, verkürzte sich also gegen seine ursprüngliche Länge um 9^{mm},7.

Beide Erscheinungen lassen sich, wenn man gerade keine numerischen Bestimmungen verlangt, in sehr demonstrativer Weise darthun, wenn man das Palladium auf elektrolytischem Wege mit Wasserstoff beladet, und sich dabei einer

sehr dünnen Platte bedient. Ich benutzte eine Platte, die bei 118^{mm},0 Länge und 28^{mm},0 Breite, nur 0^{mm},1 dick war, und 8^{mm},0 entfernt von einer Platinplatte in verdünnter Schwefelsäure stand.

Wenn man dieses Plattenpaar mit einer kleinen Grove'schen Batterie von zwei Elementen verbindet, in solcher Weise, daß sich das Palladium mit Wasserstoff beladen muß, so beobachtet man folgendes.

Schon nach wenigen Minuten beginnt die Palladiumplatte sich vom Platin abzubiegen und allmählich ganz bedeutend zu krümmen. Nach ungefähr einer Viertelstunde hat diese Krümmung ihr Maximum erreicht. Nun tritt eine Biegung im entgegengesetzten Sinne ein, dergemäß die Platte sich erstlich gerade richtet und dann dem Platin zuwärts krümmt, was in kurzer Zeit so weit geht, daß sie mit demselben in Berührung kommt, wodurch denn natürlich der elektrolytische Proceß seine Endschaft erreicht.

Offenbar haben diese beiden Krümmungen ihren Grund darin, daß sich die dem Platin zu- und abgewandte Seite der Palladiumplatte successive mit Wasserstoff sättigen und in Folge deß ausdehnen, in ähnlicher Weise, wie es bei einer Breguet'schen Feder durch Temperaturveränderungen geschieht.

So wie durch diesen Versuch die Ausdehnung des Palladiums bei Aufnahme von Wasserstoff augenfällig nachgewiesen wird, so läßt sich auch die Zusammenziehung des Metalls bei Entlassung des Gases deutlich darthun, fast noch auffallender als die Ausdehnung.

Dazu ist nur erforderlich, die Palladiumplatte, nachdem sie das Maximum ihrer ersten Krümmung erreicht hat, aus der Flüssigkeit zu nehmen, sie abzuspielen, abzutrocknen und in eine Weingeistflamme zu bringen. So wie sie hinreichend heiß geworden ist, krümmt sie sich in entgegengesetztem Sinn außerordentlich rasch und so stark, daß sie förmlich wie aufgerollt erscheint.

Bei diesen Verlängerungen und Verkürzungen der Platte erleiden auch die Querdimensionen derselben eine Aende-

rung. Namentlich wenn man den Process der Beladung mit Wasserstoff und der Austreibung desselben durch Hitze mehrmals an einer nämlichen Platte wiederholt hat, kann man deutlich wahrnehmen, daß sie dadurch nicht allein kürzer, sondern auch schmaler und dicker geworden ist. Nach sechsmaliger Wiederholung jenes Processes hatte meine Platte 8^{mm},0 an Länge und 1^{mm},5 an Breite verloren, dagegen reichlich 0^{mm},1 an Dicke gewonnen. Diejenige Dimension der Platte also, welche beim Auswalzen comprimirt wird, dehnt sich aus, und die beiden andern, nach welchen das Metall gestreckt wird, schrumpfen bei Austreibung des Wasserstoffs zusammen. Daß ein Palladiumdraht bei seiner Verkürzung dicker wird, hat bereits Graham durch die Abnahme des specifischen Gewichts erwiesen.

Schließlich mag noch bemerkt seyn, daß wiewohl es Graham und Würtz nicht geglückt ist, auf rein chemischem Wege ein Palladiumhydrür darzustellen, dennoch eine solche Verbindung durch den elektrolytischen Process gebildet zu werden scheint, denn die verdünnte Schwefelsäure in welcher dieser Process vorgenommen wird, färbt sich braun, ohne sich zu trüben oder etwas abzusetzen. Eine Lösung von ätzendem Kali oder Ammoniak, in welcher letzteren, nach einer älteren Beobachtung von mir (Monatsber. 1848, S. 259¹⁾) das Tellur, als negativer Pol angewandt, eine so schön und tief weinrothe Färbung hervorbringt, bleibt dagegen mit Palladium wasserhell.

XI. Ueber einen einfachen Ausspruch des allgemeinen Grundgesetzes der elektrischen Wirkung; von W. Weber.

In diesen Annalen 1848, Bd. 73, S. 193 ff., wo ich einen Auszug von meiner ersten Abhandlung über »Elektrodynamische Maafsbestimmungen« gegeben, habe ich S. 229 noch

1) Ann. Bd. 75, S. 349.

besonders beigefügt, daß der in dieser Abhandlung gegebene Ausspruch des allgemeinen Grundgesetzes der elektrischen Wirkung sich dadurch vereinfachen lasse, daß statt des Ausdrucks der *Kraft* der Ausdruck des *Potentials* angegeben werde, d. h. diejenige Function der Coordinaten x, y, z , deren partielle Differentialcoëfficienten nach x, y, z negativ genommen, die den Coordinaten parallelen *Componenten* der *Kraft* sind. Bezeichnet man mit e, e' zwei elektrische Theilchen, mit r ihre Entfernung von einander und mit c eine bestimmte Constante, so war der Ausdruck der *Kraft*

$$\frac{ee'}{r^2} \left(1 - \frac{1}{cc} \frac{dr^2}{dt^2} + \frac{2r}{cc} \frac{dr}{dt} \right),$$

der Ausdruck des *Potentials*

$$\frac{ee'}{r} \left(1 - \frac{1}{cc} \frac{dr^2}{dt^2} \right)^{1/2}.$$

Der letztere Ausspruch des Gesetzes läßt sich nun auf folgende Weise in Worte fassen, wodurch die *physische Bedeutung* des Gesetzes und die darin ausgesprochene Abhängigkeit der *Bewegungsanregung* von der *vorhandenen Bewegung* deutlicher hervortritt, nämlich:

Zwischen je zwei elektrischen Theilchen findet theils gegenseitige Bewegung, theils Anregung zu gegenseitiger Bewegung statt. Nennt man folgende Größenwerthe, nämlich den der gegenseitigen Bewegung, wenn keine Anregung stattfindet, und den der gegenseitigen Anregung, wenn keine Bewegung stattfindet, *Gränzwerte*, so wird immer der an einem Gränzwerte fehlende Bruchtheil durch einen gleichen Bruchtheil des andern Gränzwerts vertreten.

Der *letztere* von den beiden Gränzwerten ist das bekannte *elektrostatistische Potential* $\frac{ee'}{r}$, während der *erstere* Gränzwert immer derselbe ist, nämlich der *Werth einer gegenseitigen Bewegung mit der Geschwindigkeit c* , welcher durch acc dargestellt werden kann. — Findet nun zwischen

- 1) Unabhängig hiervon ist Neumann in seinen Untersuchungen über die Principien der Elektrodynamik von der *hypothetischen Formel* für das Potential elektrischer Massen $\frac{ee'}{r} \left(1 + \frac{1}{cc} \frac{dr^2}{dt^2} \right)$ ausgegangen.

e und e' eine gegenseitige Bewegung mit der Geschwindigkeit $\frac{dr}{dt} < c$ statt, deren Werth $= a \frac{dr^2}{dt^2}$ ist, und fehlt also am ersten Gränzwerthe der Bruchtheil

$$\frac{acc - a \frac{dr^2}{dt^2}}{acc} = 1 - \frac{1}{cc} \frac{dr^2}{dt^2},$$

so wird dieser fehlende Bruchtheil durch einen gleichen Bruchtheil des andern Gränzwerths $\frac{ee'}{r}$ vertreten, d. i. durch $\frac{ee'}{r} \left(1 - \frac{1}{cc} \frac{dr^2}{dt^2}\right)$, was der allgemeine Ausdruck des *Potentials* ist, so, wie er oben angegeben worden.

Bezeichnen e und e' die *Massen* der elektrischen Theilchen und α, β die *Geschwindigkeiten* von e in der Richtung r und senkrecht darauf, α', β' dieselben *Geschwindigkeiten* für e' , wonach $\alpha - \alpha' = \frac{dr}{dt}$ die relative Geschwindigkeit beider Theilchen ist, so ist

$$\frac{1}{2}e(\alpha^2 + \beta^2) + \frac{1}{2}e'(\alpha'^2 + \beta'^2)$$

die den beiden Theilchen angehörige lebendige Kraft oder Arbeit, welche ihre Bewegung, der Gröfse nach, den bewegten Massen und den Quadraten ihrer Geschwindigkeiten proportional angiebt. Setzt man nun

$$\text{für } \alpha, \quad \frac{e\alpha + e'\alpha'}{e + e'} + \frac{e'(\alpha - \alpha')}{e + e'}$$

$$\text{für } \alpha', \quad \frac{e\alpha + e'\alpha'}{e + e'} + \frac{e(\alpha' - \alpha)}{e + e'},$$

und beachtet, dafs $\alpha - \alpha' = \frac{dr}{dt}$, so erhält man diese lebendige Kraft oder Arbeit der beiden Massen e und e' in folgenden *zwei Theilen* dargestellt, nämlich

$$= \frac{1}{2} \frac{ee'}{e + e'} \cdot \frac{dr^2}{dt^2} + \frac{1}{2} \left(\frac{(e\alpha + e'\alpha')^2}{e + e'} + e\beta^2 + e'\beta'^2 \right),$$

woran der *erstere* die *innere Arbeit*, der *letzttere* die *äufsere Arbeit* heissen möge, weil für den *ersten* die Kenntnifs der Theilchen e und e' und der Zunahme oder Abnahme ihrer Entfernung von einander genügt, während für den *letztern* *aufser* den Theilchen e und e' ein festes Coordina-

tensystem gegeben seyn muß, um die Geschwindigkeiten $\frac{e\alpha + e'\alpha'}{e + e'}$, β und β' beobachten und messen zu können.

Es leuchtet nun ein, daß jene *innere Arbeit* $\frac{1}{2} \frac{ee'}{e + e'} \cdot \frac{dr^2}{dt^2}$ der genaue Werth der *gegenseitigen Bewegung* beider Theilchen ist, der oben mit $a \frac{dr^2}{dt^2}$ bezeichnet wurde, wo also $a = \frac{1}{2} \frac{ee'}{e + e'}$ war.

Diese *innere Arbeit* und das *Potential* der beiden Theilchen e, e' beim Abstände r können sehr verschiedene Werthe haben, nimmt aber der eine Werth zu, so nimmt der andere ab, und es stehen Zunahme und Abnahme immer in gleichem Verhältniß. Hat das *Potential* um $\frac{ee'}{r}$ abgenommen, so hat die *innere Arbeit* um $\frac{1}{2} \frac{ee'}{e + e'} cc = acc$ zugenommen, und bezeichnet man diese an die Stelle des verschwundenen Potentials getretene *innere Arbeit* als das *Arbeitsäquivalent* jenes Potentials, so ergibt sich nach demselben Verhältniß das *Arbeitsäquivalent* eines beliebigen Potentials $V, = \frac{rcc}{2(e + e')} \cdot V$.

Die *vorhandene innere Arbeit* und das *Arbeitsäquivalent* des vorhandenen Potentials bilden zusammen die *Summe der vorhandenen inneren Arbeitswerthe*, und so verstanden ergibt sich folgender einfacher Ausspruch unseres Gesetzes, nämlich:

Für zwei elektrische Theilchen e und e' , bei beliebigem Abstände von einander, ist die Summe der vorhandenen inneren Arbeitswerthe immer gleich, $= \frac{1}{2} \frac{ee'}{e + e'} \cdot cc$.

Denn die vorhandene *innere Arbeit* ist $\frac{1}{2} \frac{ee'}{e + e'} \cdot \frac{dr^2}{dt^2}$, das vorhandene Potential ist V und das *Arbeitsäquivalent* desselben ist $\frac{rcc}{2(e + e')} \cdot V$, folglich ist die *Summe der vorhandenen inneren Arbeitswerthe*

$$\frac{1}{2} \frac{ee'}{e + e'} \cdot \frac{dr^2}{dt^2} + \frac{rcc}{2(e + e')} \cdot V = \frac{1}{2} \frac{ee'}{e + e'} \cdot cc,$$

oder mit dem letzten Gliede dividirt,

$$\frac{1}{cc} \cdot \frac{dr^2}{dt^2} + \frac{r}{ee'} \cdot V = 1,$$

woraus das *Potential* $V = \frac{ee'}{r} \left(1 - \frac{1}{cc} \frac{dr^2}{dt^2} \right)$ wie oben erhalten wird.

Wenn der hier erörterte Ausspruch des Gesetzes nur zum Zweck hat, die Abhängigkeit zweier Theilchen in ihren Bewegungen von einander, insbesondere die Abhängigkeit ihrer gegenseitigen Bewegungsanregung von ihrer vorhandenen Bewegung in einfachster Weise darzustellen; so treten ganz andere Bedürfnisse hervor, wenn es sich um die vollständige mathematische Entwicklung aller Consequenzen dieses Gesetzes in Verbindung mit den allgemeinen Principien der Mechanik bei gröfseren mit andern Körpern verschiedenartig verbundenen elektrischen Massen handelt, wozu die Principien der Elektrodynamik in andere Formen zu bringen sind, deren Betrachtung hier nicht unser Zweck ist.

XII. *Ueber den galvanischen Widerstand von Flüssigkeiten; von A. Paalzow.*

(Aus d. Monatsberichten d. Akad. Juli 1868.)

Die ersten zuverlässigen Zahlenwerthe über den Leitungswiderstand einer Flüssigkeit und zwar des Zinkvitriols sind enthalten in einer Arbeit von Beetz. (Pogg. Ann. Bd. 117, S. 1.) In derselben sind auch die Gründe auseinander gesetzt, weshalb frühere Angaben, welche nach andern Methoden gewonnen sind, kein Vertrauen verdienen. Nämlich nur bei der Combination von Zink mit Zinkvitriol, deren Beetz sich bei seinen Untersuchungen bedienen konnte, ist es möglich, die Polarisation und anderweitige Veränderungen der Elektroden so wie des Elektrolyten in der Nähe derselben zu vermeiden.

Ich stellte mir nun die Aufgabe, den Widerstand auch

anderer Flüssigkeiten wie vom Zinkvitriol zu bestimmen, aber mit Beibehaltung der unpolarisirbaren Elektroden und ihrer Vortheile.

Um einen etwaigen Einfluss der chemischen Natur der Flüssigkeit auf den Widerstand klarer zu übersehen, bildete ich die Lösungen der zu untersuchenden Säuren und Salze stets nach chemischen Aequivalenten. Denn dass ein solcher Einfluss existirt, lässt sich wohl erwarten, da die Leitung der Elektricität in Flüssigkeiten stets von einer chemischen Zersetzung derselben begleitet ist.

Sodann habe ich auch die Widerstände der Gemische von Salz- und Säure-Lösungen in Wasser mit gleichviel Wasseraequivalenten untersucht, um die Frage zu entscheiden, ob dabei eine Stromtheilung nach dem Ohm'schen Gesetze erfolge.

Um ferner zu erfahren, ob ähnlich wie bei den Metallen auch bei Elektrolyten ein Zusammenhang existire zwischen Elektricitäts- und Wärmeleitung, untersuchte ich bei einigen Flüssigkeiten, deren galvanische Widerstände bestimmt waren, das Leitungsvermögen für Wärme.

Im Folgenden werde ich nun die Methode schildern, nach der der galvanische Widerstand bestimmt wurde, und sodann kurz die gewonnenen Resultate angeben.

Der leitende Gedanke, welcher die Zusammenstellung des Apparates bedingte, war folgender. Um ein bestimmtes Quantum der zu untersuchenden Flüssigkeit abzugränzen, sollte ein Heberrohr mit derselben gefüllt werden, und dieses sollte mit den Elektroden und den zuleitenden Flüssigkeiten in der Weise verbunden werden, dass die Zahlenwerthe für den galvanischen Widerstand der im Heberrohr enthaltenen Flüssigkeit möglichst groß wurden gegen die des Widerstandes der zuleitenden Flüssigkeiten und der Ungleichheit und Polarisation der Elektroden. Um aber diese letzteren unvermeidlichen Größen bei jedem einzelnen Versuche ausschließen zu können, sollte ein zweites Heberrohr von solchen Dimensionen, dass der Widerstand der darin enthaltenen Flüssigkeit entweder bedeutend größer

oder kleiner als der im ersten Rohre war, *in derselben Weise* mit den Elektroden verbunden werden. Der Widerstand der Flüssigkeit allein konnte nämlich nun aus der Differenz beider Zahlenwerthe bestimmt werden, wenn nur in der Zeit zwischen beiden Beobachtungen keine Veränderung an den Elektroden oder in den zuleitenden Flüssigkeiten eingetreten war. Es sollten ferner die Widerstandsbestimmungen auf Quecksilber als Einheit bezogen werden.

Es wurden demnach zwei weite Glasgefäße mit einer concentrirten Lösung von Zinkvitriol gefüllt, und in dieselben möglichst große Elektroden von amalgamirtem Zink hineingesetzt. Auf diese Elektroden kamen Zellen aus gebranntem Thon und dieselben wurden durch ein Heberrohr überbrückt. Thonzellen und Heberrohr wurden mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt.

Die Zinkelektroden des Apparats wurden mit den Zuleitungsdrähten des einen Zweiges einer Wheatstone'schen Brücke verbunden, während sich im andern Zweige ein Normal-Etalon von 0,1 bis 50000 Siemens'schen Einheiten befand. Es wurde von diesem Etalon immer ein solcher Widerstand eingeschaltet, daß der Endpunkt des Brückendrahtes sich der Mitte möglichst nahe befand.

War nun die Beobachtung für das erste Heberrohr beendet, so wurde schnell der erste Heber durch einen zweiten und zur Controle häufig noch durch einen dritten ersetzt. Dieselben wurden, indem man mit dem größten anfang und dann den kleinern folgen ließ, mit der im ersten enthaltenen Flüssigkeit gefüllt, der dritte mit der im zweiten, so daß man fast dasselbe Flüssigkeitsquantum beibehielt. Sodann wurden auch für sie nach Einschaltung passender Widerstände die Zahlen auf der Meßscale abgelesen.

Durch vorangehende Versuche war der Widerstand des Quecksilbers gemessen, welches die angewandten Heberrohren füllte, und ein für alle Mal die Differenz der Quecksilberwiderstände je zweier Heberrohren berechnet.

Um daher den Widerstand der Flüssigkeit auf Queck-

silber als Einheit zu erhalten, hatte man nur die Differenz des Flüssigkeitswiderstandes durch die Differenz des Quecksilberwiderstandes je zweier Heberröhren zu dividiren. Bei drei Heberröhren mußten dann die drei möglichen Quotienten dieselbe Zahl geben. Man hatte aber auch schon bei zwei Heberröhren eine einfache Controle, da aus der Differenz der Flüssigkeitswiderstände mit Hülfe der Quecksilberwiderstände sich die ganzen Widerstände der Flüssigkeit an den Heberröhren ohne die Nebengrößen berechnen ließen. Zog man diese Widerstandszahlen von den beobachteten Werthen ab, so ergab die Differenz die Größe, welche auf den Widerstand der Zuleitungsgefäße, Ungleichheit und Polarisation der Elektroden zu schieben war. Diese Größe mußte nun bei ein und demselben Versuch für alle angewandten Heberröhren dieselbe seyn.

Nach dieser Methode nun habe ich die Lösungen von Schwefelsäure, Zink- und Kupfervitriol, schwefelsaurer Magnesia und Salzsäure in Wasser untersucht. Die titrirten chemisch reinen Lösungen verdanke ich der Güte des Hrn. Dr. Rüdorff. Die Beobachtungen geschahen bei Temperaturen, wie sie das Arbeitszimmer gerade darbot.

	Temperatur	Widerstand im Vergleich mit Quecksilber
Schwefelsäure.		
HSO_4	15° C.	96950
$\text{HSO}_4 + 14 \text{H}_2\text{O}$	19° C.	14157
$\text{HSO}_4 + 13 \text{H}_2\text{O}$	22° C.	13310
$\text{HSO}_4 + 499 \text{H}_2\text{O}$	22° C.	184773
		} Minimum
Zinkvitriol.		
$\text{ZnSO}_4 + 33 \text{H}_2\text{O}$	23° C.	194400
$\text{ZnSO}_4 + 24 \text{H}_2\text{O}$	" "	191000
$\text{ZnSO}_4 + 107 \text{H}_2\text{O}$	" "	354000
		} Minimum
Kupfervitriol.		
$\text{CuSO}_4 + 45 \text{H}_2\text{O}$	22° C.	202410
$\text{CuSO}_4 + 105 \text{H}_2\text{O}$	" "	339341

	Temperatur	Widerstand im Vergleich mit Quecksilber
Schwefelsaure Magnesia.		
$MgSO_4 + 34 H_2O$	22° C.	199180
$MgSO_4 + 107 H_2O$	" "	324600
Salzsäure.		
$HCl + 15 H_2O$	23° C.	13626
$HCl + 500 H_2O$	" "	86679

Obgleich ich die genannten Säuren und Salze noch mit vielen andern Aequivalenten Wasser gemischt untersucht habe, wobei ich mich der gütigen Unterstützung des Hrn. Patry aus Genf zu erfreuen hatte, so theile ich doch nur diese Zahlen mit, da ich beabsichtigte die Beobachtungen bei constanten Temperaturen zu wiederholen und zu erweitern.

In Bezug auf den Widerstand des Gemisches zweier Flüssigkeiten kann man unter Voraussetzung, daß die Flüssigkeiten nicht chemisch aufeinander wirken, entweder und zwar am einfachsten das arithmetische Mittel, oder wenn der Strom beide Flüssigkeiten getrennt durchsetzt, also sich zwischen beiden theilt, erwarten:

$$W = \frac{2R}{1 + \frac{1}{m}}$$

wenn W der Widerstand des Gemisches, R der Widerstand der einen Flüssigkeit, m die Zahl ist, um welche der Widerstand der zweiten Flüssigkeit größer ist als der der ersten unter der Annahme, daß man von beiden Flüssigkeiten gleiche Volumina genommen habe. Ist also, wie z. B. bei Schwefelsäure und Wasser, m sehr groß, so kann der Widerstand des Gemisches höchstens doppelt so groß ausfallen als der Widerstand der bestleitenden Flüssigkeit.

Die Versuche stimmen nun mit keiner von beiden Voraussetzungen. Ich mischte zunächst von den untersuchten Flüssigkeiten solche, die in gleichen Wasseraequivalenten gelöst waren und erhielt z. B. folgende Resultate:

	Widerstand der einzelnen Flüssigkeiten	arithme- tische Mittel	$W = \frac{2R}{1 + \frac{1}{m}}$	beob- achtet
ZnSO ₄ + 50H ₂ O CuSO ₄ + 50H ₂ O	232600 213832	223216	222840	193920
ZnSO ₄ + 50H ₂ O HSO ₄ + 50H ₂ O	232600 25775	129187	46300	64800
CuSO ₄ + 50H ₂ O HSO ₄ + 50H ₂ O	213832 25775	119803	45900	63460
ZnSO ₄ + 23H ₂ O CuSO ₄ + 55H ₂ O	194400 225254	209827	208700	192430
ZnSO ₄ + 23H ₂ O CuSO ₄ + 105H ₂ O	194400 339341	266870	247200	199620

Die Zahlen, welche etwas, aber nicht viel anders ausgefallen seyn würden, wenn ich hätte bei constanten Temperaturen beobachten können, zeigen, dafs der Widerstand von Gemischen zweier Flüssigkeiten dem der besserleitenden näher liegt.

Was schliesslich noch den Zusammenhang zwischen Electricitäts- und Wärme-Leitung betrifft, so ergeben Versuche, die ich an einer andern Stelle ausführlicher schildern werde ¹⁾, dafs ein solcher nicht existirt. Ich untersuchte Quecksilber, Wasser, Schwefelsäure (spec. Gew. 1,25), concentrirte Lösungen von Kochsalz, Zink- und Kupfervitriol. Ich finde folgende Reihen, in denen das besser leitende Glied dem schlechter leitenden vorangeht.

Leitung für Wärme	Leitung für Electricität
Quecksilber	Quecksilber
Wasser	Schwefelsäure
Kupfervitriol	Kochsalzlösung
Schwefelsäure	Zinkvitriol
Zinkvitriol	Kupfervitriol
Kochsalzlösung	Wasser.

1) Bereits in d. Ann. Bd. 134 S. 618 mitgetheilt.

XIII. Elektrische Polarität und Ungleichheit der amalgamirten Zinkelektroden in schwefelsaurem Zinkoxyd; von Hrn. E. Patry.

(Arch. d. scienc. phys. et nat. Nov. 1868.)

Bei einer Reihe von Versuchen über den galvanischen Widerstand der Flüssigkeiten, bei welchen ich Hrn. Paalzow in Berlin unterstützte, erwiesen sich Polarisirung und (galvanische) Ungleichheit der sogenannten unpolarisirbaren Elektroden als Fehlerquellen. Ich wurde dadurch veranlaßt den Gegenstand speciell zu untersuchen, wobei er mir mit gutem Rathe beistand.

Unpolarisirbare Elektroden erhält man bekanntlich, indem man amalgamirtes Zink in schwefelsaures Zink bringt. Als ich vorschriftsgemäß Zink und käuflichen Zinkvitriol anwandte, fand ich, daß die Polarisirung und die Ungleichheit immer sehr merklich waren, sobald der Widerstand der Kette nicht sehr beträchtlich war. Ich bemerkte, daß sich an die Oberfläche der Elektroden sehr viele Gasblasen setzten und eine Flamme diese Blasen anzündete, was bewies, daß das Gas in denselben Wasserstoff war. Annehmend, daß in der Lösung freie Schwefelsäure enthalten sey, sättigte ich sie mit kohlensaurem Zinkoxyd, welches ich der zwei bis drei Stunden lang auf 100° C. gebrachten Lösung hinzufügte. Dieses Sieden ist nothwendig, da die Erfahrung mir zeigte, daß eine bloße Zumischung nur eine sehr schwache Wirkung hatte. Die filtrirte Lösung enthielt schwefelsaures Zink, eine höchst geringe Menge kohlensaures Zink und basisch schwefelsaures Zink, welches sich während des Siedens gebildet hatte. Dieses Gemenge gab eine viel geringere Polarisirung.

Ich verglich alsdann die Polarisirung und Ungleichheit, welche in gewöhnlichem schwefelsaurem Zinkoxyd stattfinden, mit denen, welche in der von mir mit kohlensaurem Zink behandelten Lösung entstanden, und maafs diese verschiedenen Werthe.

Zu dem Ende nahm ich Glaströge von 80^{mm} Länge, 30^{mm} Breite und Höhe. Die Elektroden von amalgamirtem Zink maasssen 75^{mm} auf 18. Eine Verlängerung der Zinkplatte erlaubte, den Leitungsdraht ausserhalb der Flüssigkeit zu befestigen.

Mittelst eines Commutators konnte dieser Trog eingeschaltet werden in eine Kette, bestehend aus einer galvanometrischen Spiegel-Bussole und einer Wheatstone'schen Brücke, die zur Einführung des Stromes diente. Derselbe Commutator setzte die Elektroden mit einander in Verbindung, wenn sich der Apparat ausserhalb der Kette befand.

Der Widerstand der galvanometrischen Spiegel-Bussole betrug 694 Siemens'scher Einheiten, dagegen der des Troges nur 3 bis 4. Dieser letztere konnte also gegen den ersten vernachlässigt werden.

Andrerseits war das Daniell'sche Element, welches die Brücke alimentirte, versehen mit einem Rheostat von 162 Einheiten, welcher erlaubte, die Veränderungen der Säule, deren Widerstand etwa eine Einheit betrug, zu vernachlässigen. Dieser Rheostat und die Lage des Läufers waren so beschaffen, dass die Säule nur ein Hundertel ihrer elektromotorischen Kraft liefern konnte.

Vor Allem zeigten mir einige Versuche, dass die Säule hinlänglich constant war.

Erster Versuch. *Rohes schwefelsaures Zinkoxyd.*

Die Ungleichheit gab für die Ablenkungen des Spiegels folgende Zahlen.

18 ^{mm}	nach	1 Minute
20	"	5 "
23	"	10 "
15	"	30 "
12	"	20 "
12	"	40 "
12	"	60 "

Die Zahl 12 kann nach Ablauf einer gewissen Zeit als constant angesehen werden. Wir werden weiterhin zeigen,

wie aus dieser Zahl die elektromotorische Kraft herzuleiten ist.

Polarisation. Der Strom zunächst durch den Trog, dann direct durchgeleitet, gab: erstlich die Kraft des Stroms weniger die Polarisation, und je nach dem Sinn, mehr oder weniger die Ungleichheit; zweitens den Strom allein.

Sey C der Strom, P die Polarisation und J die Ungleichheit, so gab der Strom folgende Resultate:

$$\left. \begin{array}{l} C - P - J = 498^{\text{mm}} \\ C = 519^{\text{mm}} \\ \text{also: } P + J = 21^{\text{mm}} \end{array} \right\} (1)$$

In der anderen Richtung den Strom hindurchgesandt:

$$\left. \begin{array}{l} C - P + J = 487 \\ C = 484 \\ J - P = 3 \end{array} \right\} (2)$$

Combinirt man (1) und (2), so erhält man:

$$\begin{array}{ll} \text{Ungleichheit} & . \quad 12^{\text{mm}} \\ \text{Polarisation} & . \quad 9^{\text{mm}}. \end{array}$$

Diese Versuche werden durch das oben für die Ungleichheit gefundene Resultat bestätigt.

Zweiter Versuch. Schwefelsaures Zinkoxyd behandelt mit kohlensaurem Zinkoxyd.

Er giebt sehr rasch

$$J = 3^{\text{mm}} = \text{Constans}$$

darauf den Strom hindurchgeleitet

$$\begin{array}{l} C - P + J = 462 \\ C = 459. \end{array}$$

Im anderen Sinn

$$\begin{array}{l} C - P - J = 476 \\ C = 469 \end{array}$$

woraus:

$$J = 3; P = 0.$$

Berechnung der aus der Ungleichheit und der aus der Polarisation der Elektroden entspringenden elektromotorischen Kraft.

Wir haben eine Kette, in welche sich drei elektromotorische Kräfte einführen lassen. Sie sind proportional der

von jeder derselben erzeugten Ablenkung. Ist 500^{mm} die von einem Hundertel der Säule bewirkte mittlere Ablenkung, so wird die einem Millimeter entsprechende *elektromotorische Kraft* seyn 0,00002.

Wir folgern daraus, dafs die von der Ungleichheit her-
rührende elektromotorische Kraft mit der ersten Lösung ist:

0,00024 einer Daniell'schen Kette

und mit der zweiten Lösung:

0,00006

Die aus der Polarisation entspringende elektromotorische Kraft ist im ersten Falle:

0,00018

und im zweiten Falle Null.

Dieselbe Methode, angewandt auf Schwefelsäure von 1,08 Dichte bei 27° C. und auf amalgamirte Zinkelektroden, giebt:

$$J = 25^{\text{mm}} \text{ und } P = 15^{\text{mm}}$$

Da die Säule eine Ablenkung von 480^{mm} hervorbringt, so sind die elektromotorischen Kräfte:

$$J = \frac{25}{48000} = 0,00052$$

$$P = \frac{15}{48000} = 0,000312.$$

Wir sehen also, dafs bei Anwendung von amalgamirten Zinkelektroden das *schwefelsaure Zinkoxyd* eine bedeutende *Ungleichheit* und bedeutende *Polarisation* giebt, sobald es freie Schwefelsäure enthält und man mit kleinen Widerständen arbeitet, dafs aber die erstere auf ein Viertel, und die letztere auf Null reducirt werden kann, wenn man die freie Säure durch kohlensaures Zinkoxyd sättigt.

**XIV. Ueber die Mineralien der barytischen Erz-
gänge von Wittichen in Baden;
von Theodor Petersen in Frankfurt a. M.**

Schluss.

Nachdem sich bei der Untersuchung der Vorkommnisse auf den Erzgängen von Wittichen in Baden über Erwartung befriedigende Resultate¹⁾ ergeben hatten, erschien es nachträglich sehr wünschenswerth, neue Nachforschungen an Ort und Stelle vorzunehmen, um, die gemachten Erfahrungen an der Hand, der Erforschung einiger noch offener Fragen nachzugehen, zumal bei dem gänzlichen Darniederliegen des dortigen Bergbaus neue Erzschiefungen zunächst nicht in Aussicht stehen und die alten Vorkommen immer seltener werden. Mit besonderer Freude nahm ich daher eine Aufforderung des Hrn. Professor Sandberger im verfloßenen Sommer auf, an einem Ausfluge in die seit Jahren so lieb gewonnenen Gegenden des Kinzigthales Theil zu nehmen. Wir haben denn auch einen mehrtägigen Aufenthalt daselbst im September vorigen Jahres mit dem Standquartier im vortrefflichen Gasthaus zum Ochsen im Schapbach bei herrlichstem Spätsommerwetter in keiner Weise zu bereuen gehabt.

Hr. Prof. Sandberger wird über die in diesen Gegenden, sowohl zu Wittichen wie zu Wolfach, gemachten zahlreichen Beobachtungen besonderen Bericht erstatten, während mir im Anschluß an meine frühere Arbeit erübrigt, die Untersuchung dreier bemerkenswerther Objekte vorzulegen.

1) F. Sandberger, Untersuchungen über die Erzgänge von Wittichen im badenschen Schwarzwalde. N. Jahrb. f. Miner. 1868, 385 ff.

Th. Petersen, Ueber die Mineralien der barytischen Erzgänge von Wittichen in Baden. Diese Ann. Bd. CXXXIV, S. 64 ff.

Wittichenit von der Grube König David im Gallenbach.

Das Vorkommen von Kupferwismutherz zu Wittichen hat sich, wie bekannt, hauptsächlich auf die Grube Neuglück im Böckelsbach beschränkt, von wo auch die Handstücke in den Sammlungen herrühren. Ich finde außerdem bei Vogelgesang¹⁾ nur sporadischer Funde auf den Gruben Anton im Heubach, David am Silberberg und König David im Gallenbach von früherer Zeit her Erwähnung gethan.

Von der aus den Jahren 1838 bis 1845 stammenden Halde der Grube König David, wie der Neuglucker Erzgang dem grossen St. Josephszuge angehörend, waren wir nun so glücklich, in kürzester Zeit und ganz unvermuthet zwei haselnußgrosse und ein kleineres Bruchstück von reinem Wittichenit zu erhalten. Sie waren im blafsrothen Flussspath zunächst dem grobkörnigen Granit eingewachsen. Ueberhaupt besteht die Gangausfüllung hier aus theils blafsrothem, theils grünlichem Flussspath und grofsblättrigem weissen Baryt mit sparsam eingewachsenem Kupferkies, während in Drusenräumen Braunspath und Eisenspath sich vorfinden. Der hintere Gang von König David wurde früher auf Kobalterz betrieben.

Die erhaltenen Stücke von Kupferwismutherz, welche als absolut frei von Wismuthmetall unter der Loupe erkannt wurden, boten Material genug, um die erste Analyse von reinem Wittichenit auszuführen. Alle von der Grube Neuglück herrührenden Stücke — und analysirt wurden bislang nur solche — sind bekanntlich mehr oder weniger von gediegen Wismuth durchzogen, was früher zu vielfachen Missdeutungen Veranlassung gegeben hat.

Analyse.

Angew. 1,0860 Grm.

Ba S 1,6050 Grm. $Mg^2 N H^4 As + H$ 0,0218 Gr. Sb 0,0055 Grm.
Bi 0,4982 Gr. Fe 0,0053 Gr. Cu 0,5006 Gr. Ag Cl 0,0020 Gr. Zn
0,0016 Grm.

1) Geognost. bergmänn. Beschreibung des Kinzigthaler Bergbaus S. 74, 52, 71.

Auch in diesem Falle habe ich die Trennung von Kupfer und Wismuth durch kohlensaures Ammon bewirkt und mich wiederholt überzeugt, daß sie genau ist, wenn Schwefelwismuth und Schwefelkupfer mit Salpetersäure oxydirt wurden. Salzsäure darf nicht zugegen seyn, sonst pflegt das geglühte Wismuthoxyd $\cdot \text{BiCl}^3$ zu enthalten. Schwefelsäure ist weniger nachtheilig; sie konnte, von den oxydirten Schwefelmetallen herrührend, nur spurenweise im Wismuthoxyd nachgewiesen werden. Ein wenig Wismuthoxyd ist übrigens gewöhnlich in der ammoniakalischen Kupferlösung enthalten, was nachträglich zu berücksichtigen ist. Ich ziehe diese Methode der Scheidung von Kupfer und Wismuth derjenigen von H. Rose ¹⁾, Wismuth als basisches Chlorid abzuscheiden, vor.

Der vorliegende reine Wittichenit, dessen spec. Gew. an einem Stücke zu 4,45 bestimmt wurde, hat daher folgende procentische Zusammensetzung:

Schwefel	20,30
Arsen	0,79
Antimon	0,41
Wismuth	41,13
Eisen	0,35
Kupfer	36,76
Silber	0,15
Zink	0,13

100,02.

Die ausgebrachten Metalle erfordern in ihren resp. Schwefelungsstufen (Cu...) 19,91 Proc. Schwefel, womit der Versuch nahe übereinstimmt, sogar noch etwas mehr Schwefel ergeben hat, so daß eine Beimengung von Wismuthmetall auch hiernach gänzlich ausgeschlossen ist. Etwas Bi ist, wie ich in geringerem Maasse auch für Neuglück nachgewiesen habe ²⁾, durch As und Sb ersetzt, ein wenig Cu durch Ag und Zn, ob auch durch Fe lasse ich dahingestellt, letzteres könnte auch auf sehr wenig beigemengten Kupferkies entfallen. Jedenfalls aber enthält der reine Wittichenit nur äußerst wenig Eisen.

Der Wittichenit von König David besitzt einen ausgezeichneten fettglanzähnlichen Metallglanz wie gewisse Abar-

1) Diese Ann. Bd. CX, S. 425.

2) Diese Ann. Bd. CXXXIV, S. 92.

ten von Fahlerz. Vor dem Löthrohr auf der Kohle schmilzt die Probe leicht zu einer spröden dunkelgrauen Kugel und giebt dabei merklichen Arsengeruch und sehr schwachen Antimonrauch; mit Soda wird ein dunkelgelber Wismuthbeschlag und ein weißes dehnbares Kupferwismuthkorn erhalten. In Salzsäure ist das Erz ohne Rücklassung von metallischem Wismuth auflöslich.

Die für den Wittichenit aufgestellte Formel



welche verlangt:

Schwefel	19,47
Wismuth	42,09
Kupfer	38,34
	<hr/> 100,00

ist nach Untersuchung dieses Vorkommens nunmehr als endgültig feststehend zu erachten.

Epigenit.

Nachdem Hr. Professor Sandberger und ich am 12. September v. J. in der Frühe des Morgens von Schapbach durch das Hollersbachthälchen zur Bockseck hinauf und von da in den Thalgrund von Wittichen hinabgestiegen waren, galt es vor Allem, den alten Halden der Grube Neuglück einen Besuch abzustatten. Von Wittichenit wurden nur unbedeutende Stücke erbeutet, dagegen gelang es uns, nach längerem und aufmerksamem Suchen von der oberen Halde drei Stückchen aufzulesen, welche mit dem von Sandberger im vorigen Jahre vorläufig »Arsenkupferwismutherz« genannten Mineral besetzt waren. Die auf dem einen derselben befindliche Menge war ansehnlich genug, um nach Hinzufügung einiger kleinerer losgelösten Kryställchen die Analyse auszuführen. Ich lasse dieselbe zuerst folgen.

Analyse.

Angew. 0,6078 Gr., nach Abzug von 0,1666 Gr. anhängendem Baryt und nachdem vor der Untersuchung durch ganz verdünnte kalte Salzsäure anhaftende oxydirte Produkte ausgezogen worden waren. BaS 1,3971 Gr.

$\text{Mg}^2\text{NH}_4\text{As} + \text{H}$ 0,1862 Gr. Bi 0,0144 Gr. Fe 0,1166 Gr. Cu 0,3073 Gr.
 Ag und Zn deutlich, aber wegen zu geringer Menge Substanz nicht wohl zu bestimmen.

Das Untersuchungsobject besitzt daher folgende Mischung:

Schwefel	31,57
Arsen	12,09
Wismuth	2,12
Eisen	13,43
Kupfer	40,32
Silber	} Spur
Zink	
<hr/>	
	99,53.

Was die Art der Verbindung dieser Bestandtheile anbetrifft, so gab zunächst die geringe Menge vorhandenen Wismuths der Vermuthung Raum, es dürfte nur unwesentlich seyn, zumal der Baryt, worauf das Mineral aufgewachsen vorkommt und welcher nicht ganz davon gesondert werden konnte, überall Kryställchen von Wittichenit eingewachsen enthält. In der That constatirte Hr. Prof. Sandberger neuerdings an einem in seinem Besitz befindlichen, ganz isolirten Krystall die Abwesenheit des Wismuths. Die 2,12 Proc. Bi sind daher ohne Zweifel in Form von Wittichenit — 2,12 Proc. Bi + 1,84 Proc. Cu + 0,98 Proc. S = 4,94 Proc. — zuvörderst in Abrechnung zu bringen. Im Uebrigen giebt das als gleichförmig und nicht sichtbar verunreinigt erkannte Material, auf 100 gebracht, folgendes Verhältniß der Bestandtheile:

Schwefel	32,34
Arsen	12,78
Eisen	14,20
Kupfer	40,68
100,00.	

Ferner beobachtete Hr. Prof. Sandberger übereinstimmend mit mir, daß das Mineral beim Erhitzen im Glasröhrchen zuerst Schwefel und dann Schwefelarsen ausgiebt, ähnlich wie der Enargit. Demnach schien ein Arsenpentasulfid

vorzuliegen. Dafs dem wirklich so ist, bestätigt die Rechnung in augenscheinlicher Weise.

Es berechnet sich nämlich für

12,78 As als $\text{As}^{\text{''''}}$	13,64 S
14,20 Fe als $\text{Fe}^{\text{'}}$	8,12 S
40,68 Cu als $\text{Cu}^{\text{'}}$	10,34 S
	<hr/> 32,10

gegen 32,34 gefundenen Schwefel und aus den Aequivalenten das Verhältnifs

As	Fe	Cu
1,7	: 5,0	: 6,4
1	: 3	: 3,5.

d. h. es ist nur etwas mehr Cu vorhanden, als der Formel



entspricht, worin $\text{R}^6 = \text{Fe}^3 + \text{Cu}^2$ angenommen.

Auch erfordern 14,20 Fe als $\text{Fe}^{\text{''''}}$ 6,34 As und 40,68 Cu als $\text{Cu}^{\text{''''}}$ 8,07 As, zusammen 14,41 gegen 12,78 As im Versuch.

Dafs das Kupfer als Halbschwefelkupfer vorhanden, darüber kann wohl kein Zweifel obwalten, dafs aber auch das Eisen als Fe anzunehmen ist, geht zur Genüge aus der gefundenen und berechneten Schwefelmenge hervor, Fe würde 4,06 Proc. S mehr erfordern.

Für die Ersetzbarkeit von Cu durch Fe ist seit der Beobachtung von Breithaupt ¹⁾, dafs Halbschwefelkupfer häufiger noch hexagonal (Cuprein) als rhombisch (Chalkosin) natürlich vorkommt, im ersteren Falle also hexagonalem Magnetkies Fe entsprechend, ein nicht zu unterschätzendes Argument beigebracht worden. Es ist aber weiter wiederholt darauf aufmerksam zu machen, wenn auch nicht gerade im vorliegenden Falle anwendbar, dafs Fe gewifs häufig als Fe in Betracht gezogen worden ist, wo es als $\text{Fe}^{\text{'}}$ (oder $\text{Fe}^{\text{'}}$) auf-

1) Berg- und hüttenmänn. Zeitung 1863, Bd. XXII, S. 33.

gefaßt werden sollte. Ganz besonders habe ich hier den sehr gewöhnlichen Fall im Auge, wo den natürlichen Sulfiden Kupferkies $\overset{'''}{\text{Cu}}\overset{'''}{\text{Fe}}$ anhaftete, aber nicht gehörig berücksichtigt ward. Ein sehr gewöhnlicher Begleiter von Fahlerz ist aber Kupferkies. Wie ich mich überzeugt habe, stimmen bei einer Reihe von Fahlerzanalysen die gefundenen Schwefelmengen besser für die resp. Metalle, wenn das Eisen ganz oder theilweise als $\overset{'''}{\text{Fe}}$ angenommen wird. Für direkte Ersetzbarkeit von $\overset{'''}{\text{As}}$, $\overset{'''}{\text{Sb}}$, $\overset{'''}{\text{Bi}}$ durch allerdings gleichwerthiges $\overset{'''}{\text{Fe}}$ ist übrigens noch kein beweisender Fall bekannt. Auf das Fahlerz, dessen Formel zwischen der allgemein angenommenen $\overset{'''}{\text{R}}\overset{'''}{\text{X}}$ und der naturgemäßereren $\overset{'''}{\text{R}}^3\overset{'''}{\text{X}}$ schwankt, habe ich besonders zurückzukommen mir vorgenommen.

Das neue Mineral von Wittichen ist von Hrn. Professor Sandberger nunmehr definitiv mit dem Namen »Epigenit« belegt worden, welcher in Anbetracht des immer aufgewachsenen Vorkommens auf barytischen Kluftstücken gewiß bezeichnend ist.

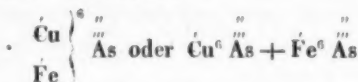
Dem Epigenit kommt nach Vorstehendem die Formel $\overset{'''}{\text{R}}^6\overset{'''}{\text{As}}^1)$ zu, worin R etwas mehr wie zur Hälfte $\overset{'''}{\text{Cu}}$, zur anderen $\overset{'''}{\text{Fe}}$ bedeutet, enthält demnach doppelt so viel basisches Metall wie der amerikanische Enargit $\overset{'''}{\text{Cu}}^3\overset{'''}{\text{As}}$ und wäre, von den zweifelhaften Xanthokon und Dufrénoysit abgesehen, das zweite bekannte natürliche Arsenpentasulfid.

- 1) Wie Rammelsberg in diesen Annalen Bd. LI, S. 193 ff. zeigte, sind die künstlich dargestellten Antimon- und Arsenpentasulfide gemeinlich

nach der Formel $\overset{'''}{\text{R}}^3\overset{'''}{\text{X}}$ zusammengesetzt. Als Lösungen von alkalischem Antimonpentasulfid mit Metallsalzen im Ueberschuß gefällt wurden, ent-

standen jedoch Niederschläge, welche sich als $\overset{'''}{\text{R}}^6 + \overset{'''}{\text{Sb}}$ oder $\overset{'''}{\text{R}}^6\overset{'''}{\text{Sb}} + 5\overset{'''}{\text{R}}$ betrachten ließen. Das so dargestellte Kupfersalz hinterließ beim Erhitzen eine der Mischung $\overset{'''}{\text{Cu}}^6\overset{'''}{\text{Sb}}$ entsprechende Verbindung.

Außerdem ist noch ein Antimonpentasulfid, der chilenische Fieldit gekannt. Die Formel



erfordert folgendes Mischungsverhältniß:

Schwefel	33,58
Arsen	14,32
Eisen	16,03
Kupfer	36,07
	<hr/> 100,00.

Der Epigenit krystallisirt in kurz säulenförmigen Kry-
stallen des rhombischen Systems. Sandberger beobachtete
die Flächen $\infty P, \bar{P} \infty, \bar{P} \infty$; $\infty P = 110^\circ 50'$ annähernd. Die
Farbe des Minerals ist stahlgrau, der Strich schwarz, das
Pulver grauschwarz, der Bruch körnig. Es besitzt schwachen
Metallglanz und läuft anfangs schwarz, später blau an.
Härte 3,5. Vor dem Löthrohr auf der Kohle giebt es
starke Arsenreaction und eine magnetische, Kupferkörner
enthaltende Schlacke, mit Soda ein weißes Arsenkupferkorn
in magnetischer Schlacke. Im Glasröhrchen erhitzt, subli-
mirt zuerst Schwefel, darauf Schwefelarsen. Von conc.
Salzsäure und rascher von Salpetersäure wird es aufgelöst
unter Abscheidung von Schwefel.

Dieser Körper ist bis jetzt nur auf der Grube Neuglück
im Böckelsbach zu Wittichen als Seltenheit beobachtet wor-
den. Er kam allda auf Kluftstücken der barytischen Gang-
ausfüllung mit dünnen Ueberzügen von Kupferkies in Be-
gleitung von gelbem Flußspath und skalenoëdrischem Kalk-
spath vor.

Magnetkies im Hornblendeschiefer.

Es mußte endlich wünschenswerth erscheinen, die von
Sandberger gemachte Beobachtung der großen Verbrei-
tung von nickelhaltigem Magnetkies und Arsen neben Kupfer-

und Eisenkies in den Hornblendeschiefen des Kinzigthalgebietes weiter zu verfolgen und für die Ansicht, die Hauptquelle der Erzablagerungen auf den Gängen müsse in den mit Erzen imprägnirten Schiefen gesucht werden, weitere Beweisgründe vorzubringen.

Wir wählten zu dem Ende das Vorkommen von dioritischem Hornblendeschiefer an der Strafe zwischen Hausach und Wolfach zunächst der Kinzigbrücke, welches Gestein neben wenig Kupfer- und Eisenkies Magnetkies besonders reichlich imprägnirt enthält.

Eine größere Menge ausgebrochenen Kiesel von dort wurde zu dem Ende mit Salpeter- und Salzsäure gehörig erschöpft, auch auf im Gesteinsrückstande verbliebenen Schwefel und etwaige Metalle, namentlich Silber, Rücksicht genommen. Nach Abzug einer kleinen Menge aufgelöster Kieselsäure und Basen ergaben sich dann folgende Zahlen für die Erzbestandtheile im Mittel zweier Versuche:

Schwefel	39,93
Arsen	0,15
Blei	0,10
Kupfer	0,36
Eisen	58,31
Nickel	0,63
Kobalt	
Titan	Spur
Mangan	
Wismuth	Geringe Spur
Silber	
	99,48.

Ich habe Kobalt und Nickel nicht getrennt bestimmt, indessen gefunden, daß beide an Menge ziemlich gleich vorhanden sind. In einer anderen Probe bemerkte ich einen weit beträchtlicheren Bleigehalt, nämlich 1,48 Proc., offenbar von einer größeren lokalen Imprägnation mit Bleiglanz herührend. Hr. Professor Sandberger hat alle oben verzeichneten Metalle ebenfalls nachgewiesen.

Der Magnetkies ist in dem Hornblendegestein durchweg enthalten. Von Stellen, wo er spärlich sich findet, abgesehen, schätze ich den Erzgehalt des Gesteins auf beiläufig 10 Proc. Aehnlich, zum Theil noch mit mehr Arsen (Maisach), imprägnirt sind die Hornblendeschiefer bei Wittichen, Schapbach, Rippoldsau, Petersthal, Maisach u. s. f., sowie an einzelnen Stellen der Gneis.

Auf der Grube Marcus Röhling zu Annaberg, wo die Kobaltgänge nach Sandberger's und Vogelgesang's durch Vergleichung zahlreicher Stücke erlangten Ueberzeugung mit den Wittichener Gängen am genauesten übereinstimmen, suchte man die Erzmittel mit dem besten Erfolg in sogenannten Steig- und Fallörtern auf, welche sich nach den Lagen amphibolischer Schichten im Nebengestein richten ¹⁾. Ebenso führt Sandberger ²⁾ das Vorkommen von Speiskobalt und Kupfernickel auf der Grube Hülfe Gottes bei Dillenburg auf den mit Eisen-, Kupfer- und Nickelkies imprägnirten Hyperit zurück.

Ohne noch mehrere ähnliche Fälle anführen zu müssen, darf man daher wohl mit Recht der Ansicht huldigen, daß die in vieler Beziehung so merkwürdigen und ehemals sehr ausgiebigen Erzlager der barytischen Gänge von Wittichen ihr Dasein vornehmlich den mit denselben metallischen Stoffen beladenen, in der Gegend sehr verbreiteten Hornblendeschiefen zu verdanken haben.

Frankfurt a. M. im Januar 1869.

1) Breithaupt, Paragenesis S. 119.

2) N. Jahrb. f. Miner. 1868, 428 und Uebers. d. geolog. Verb. d. Herz. Nassau 67, 82.

XV. Ueber die specifischen Gewichte basaltischer Laven; von Dr. A. v. Lasaulx,

(Vortrag im chemischen Verein zu Bonn, December 1868.)

Mit der petrographischen Untersuchung der vulkanischen Gesteine der Auvergne beschäftigt, erschien es mir natürlich, mit den echten Laven zu beginnen, um durch das eingehende Studium dieser über die Uebergänge klar zu werden, die uns von ihnen auf Basalte einerseits, andererseits auf die Trachyte hinführen. Gerade durch das gedrängte Zusammenvorkommen neuerer Laven mit so großartigen Basalt- und Trachytbergen bot das Studium der Auvergnier Gesteine ein ganz besonderes Interesse. Eine der ersten Fragen, die sich hier gleich bei der Sichtung des Materials aufdrängt, ist die, ob die petrographische Beschaffenheit der Lava eines und desselben Vulkanes sich ändere, ob also Uebergänge aus basaltischer Lava in trachytische in den zeitlich getrennten Eruptionsprodukten sich finden, oder ob vielmehr die Vulkane der Puy's streng in basaltische und trachytische Kratere sich trennen lassen, wie dieses besonders im Hinblick auf ihre in den meisten Fällen und in einer mehr oder weniger gewaltigen Stromergießung einer einmaligen Eruption sich äussernde vulkanische Thätigkeit wahrscheinlich erschien. Es mußte dieses nicht so schwer zu constatiren seyn; die Beantwortung der Frage machte vor allem eine eingehende Untersuchung der gesammten Produkte eines und desselben Vulkans zur Bedingung. Zwei wesentliche Gründe ließen gerade die Produkte des *Puy Gravenoire* besonders zu dieser Untersuchung geeignet erscheinen. Zunächst steht gerade er in deutlichem und direktem Zusammenhange mit dem *Puy de Charade*, der einen vollkommen basaltischen Erguß geliefert hat. Aus der Flanke dieses alten Kraters ergoß sich die Lava des *Gravenoire*, auf dem Abhange seines Kegels baute sich der neue Aschenkegel auf. So erscheint an diesem Punkte ein Aushalten

in der Produktion gleichartiger Gesteine und Laven gewiss wenn die neuvulkanischen Produkte sich als basaltisch erweisen. Durch die Nähe der Stadt Clermont, die sich des vulkanischen Materials zu baulichen Zwecken aller Art bedient, ist die ganze Masse der Produkte des *Gravenoire* in vielfachen Steinbrüchen erschlossen und die Einschnitte mehrerer Strassen erleichtern noch den Einblick in die inneren Lagerungsverhältnisse. So konnten die verschiedensten Produkte dieses Vulkans in großer Auswahl zur Untersuchung beschafft werden.

Auf einen Punkt der Ergebnisse dieser Untersuchungen, die zunächst durch chemische Analyse Hand in Hand mit der mikroskopischen Beobachtung von Dünnschliffen geschahen, möge hier Näheres gesagt seyn.

Die chemischen Analysen, von denen hier nur eine angeführt werden soll, ergaben zunächst vollkommene Identität der Zusammensetzung dieser Laven mit Basalten.

Die Analyse der später unter No. 4 angeführten Lava gab:

SiO_2	= 49,57
Al_2O_3	= 19,77
Fe_2O_3	} = 11,36
FeO	
CaO	= 10,71
MgO	= 4,31
KO	= 1,28
NaO	= 2,26
HO	= 0,56
	<hr/> 99,82.

Die Bestimmung der spec. Gewichte der Laven des *Gravenoire* ist bereits von Lecoq geschehen. Er fand dafür 1,7 bis 2,5 (Leonhard, Basaltgebilde 1,180). Das Ergebniss der sehr sorgfältig von mir angestellten Bestimmung des spec. Gewichtes der einzelnen Produkte war ein ganz abweichendes. Jedenfalls sind die von Lecoq und Bouillet angegebenen Zahlen zu niedrig. Der Unterschied der zwischen basaltischer Lava und echten Basalten als so bedeu-

tend angenommen wird, stellt sich als verschwindend klein heraus. Von neptunifischer Seite wird gerade auf dieses Argument ein ganz bedeutender Nachdruck gelegt, hierin der nicht zu verwischende Spalt zwischen Basalten und Laven gesehen.

Die specifischen Gewichte stellten sich für die verschiedenen Producte des Gravenoire wie folgt heraus:

- I. Vulkanische Asche, Schlackenbruchstücke, Rapilli. Unter dem Mikroskope zahlreiche Bruchstücke von krystallinischer Natur, und glasiger Masse zeigend 2,13
- II. Bimsteinartige, schaumige Schlacke ohne jede Spur krystallinischer Ausbildung 1,93
- III. Vollkommen glasiger Ueberzug über der dichten krystallinischen Lava No. VII 2,31
- IV. Sehr poröse, schwarze Lava, zeigt unter dem Mikroskope in wohlerkennbarer glasiger Grundmasse deutliche Krystall-Ausscheidungen ihrer Gemengtheile 2,49
- V. Dieselbe, etwas zersetzt, mit Flecken von kohlensaurem Kalk 2,45
- VI. Sogenannte vulkanische Bombe, *larve volcanique*, mit eingeschlossenem Augitkrystall, zeigt bei großer Härte und Dichte im Dünnschliffe vollkommene krystallinische Ausbildung, aber noch erkennbare glasige Grundmasse 2,73
- VII. Vollkommen dichte, krystallinische Lava mit Apatit und Zeolith, läßt in Dünnschliffen trefflich die Fluidalstructur Vogelsang's erkennen, Grundmasse schwer erkennbar 2,75
- VIII. Sehr harte, dichte von scharf gerandeten großen Blasen erfüllte Lava, magneteisenreich, vollkommen krystallinisch 2,79.

Alle Bestimmungen sind mit feingepulverter Substanz vorgenommen, einzelne der Zahlen sind das Mittel aus mehreren Bestimmungen.

Es ergibt sich eine Zunahme des spec. Gewichts der

verschiedenen vulkanischen Producte, deren Grund uns die mikroskopische Untersuchung der jedesmal angefertigten Dünnschliffe kennen lehrt.

Die gesammten Erstarrungsproducte dieses Vulkans, die wir vor uns haben, lassen sich in drei Klassen sondern: glasig erstarrte, glasig krystallinisch erstarrte, krystallinisch steinig erstarrte.

Bei den glasigen Erstarrungsproducten, wie sie sich uns in No. II und III zeigen, finden wir von krystallinischen Ausscheidungen kaum Spuren, die sich in sog. Krystalliten, Formen wie sie in künstlichen und natürlichen Gläsern ebenfalls vorkommen, zu erkennen geben. Die andern Endglieder VI, VII und VIII zeigen vollkommen krystallinisch steinige Ausbildung; auch die Gröfse der Krystalle hat zugenommen und erscheint stellenweise dem blofsen Auge sichtbar, die Grundmasse ist nur mehr ein Gewirr von dicht gedrängten Krystalliten. Zwischen diesen Endgliedern liegen vermittelnde mehr nach der einen oder andern Seite hinneigende Uebergänge, mehr oder weniger vorherrschende glasische Grundmasse, aber darin immer deutlich krystallinische Ausscheidungen der Gemengtheile. Wie die Producte basaltischer Art, die wir in diesen Laven vor uns sehen, vom glasigen zum vollkommen krystallinisch-steinigen Erstarrungszustande übergehen, wachsen auch ihre spec. Gewichte und führen uns so in ununterbrochenes Scale auf die specifischen Gewichte der ächten Basalte.

Somit erscheint diese Unterscheidung zwischen Laven und Basalten völlig unbegründet; im Basalte sehen wir die vollkommensten krystallinisch steinigen Erstarrungsproducte, sie haben daher auch das höchste spec. Gewicht unter allen gleichgearteten Producten desselben Eruptionspunktes.

Hiermit fällt ein Haupteinwurf, der gegen die eruptive Entstehung der Basalte von der modernen Umsturzpartei in der Geologie geltend gemacht wird, in sich zusammen.